

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



TRABAJO FIN DE GRADO

SISTEMA DE ESTÍMULO Y REFUERZO DE LA COMUNICACIÓN Y EXPRESIVIDAD PARA JÓVENES CON NECESIDADES ESPECIALES

AUTOR: Yussy Miriam Chinchay Manco

TUTOR: Javier Gómez Escribano

PONENTE: Germán Montoro Manrique

Julio 2014

Resumen

La audición es una de las habilidades más importantes relacionadas con la adquisición del lenguaje. Por ella somos capaces de obtener información de nuestro entorno y de interactuar con él.

Los problemas auditivos pueden influir en el comportamiento de las personas, provocando sentimientos negativos y obstaculizando el proceso de comunicación. Si un individuo no es capaz de escuchar adecuadamente, la comprensión e integración de los sonidos supondrá conflictos que pueden derivar en el retraso de la aparición del lenguaje y en su correcto aprendizaje.

Dicho es el caso de las personas con Síndrome de Down, dado que entre el 50 y 60 por ciento de ellas sufren algún tipo de trastorno auditivo. Lamentablemente, observamos que el déficit auditivo que presentan, al ser generalmente de carácter leve a moderado, no suele recibir la atención necesaria en el ámbito educativo.

Si bien es cierto que se pueden adaptar algunas de las numerosas terapias auditivas existentes a las personas con Down, no existe ninguna que sea específica para ellas. Además, algunas de estas terapias requieren equipos especiales y la mayoría necesita la presencia de un terapeuta especializado. En estos casos, la familia tiene un papel secundario en la enseñanza de estimulación auditiva.

En la actualidad, gracias a las aplicaciones móviles, podemos cambiar la forma de aplicar las terapias. Ahora, los familiares pueden encontrar fácilmente actividades educativas y pueden ser ellos los que las impartan en cualquier momento y lugar. Sin embargo, seguimos encontrando un defecto: la inmensa mayoría de aplicaciones auditivas va dirigida solo a niños en etapa pre-escolar y escolar.

Así pues, por todas las razones anteriormente mencionadas, se propone desarrollar una herramienta logopédica para dispositivos móviles dirigida a desarrollar las habilidades auditivas de los jóvenes con síndrome de Down. La aplicación, denominada *Ability*, empleará diversos ejercicios de estimulación auditiva que habrán sido diseñados en colaboración con la Fundación Síndrome de Down de Madrid.

Ability contará con 76 ejercicios divididos en tres grandes categorías: Identificación y discriminación auditiva, Asociación auditiva y Causa - Efecto de sonidos. Todos estos ejercicios serán finalmente testeados en usuarios finales.

Palabras clave

Síndrome de Down, educación inclusiva, educación especial, comunicación, lenguaje expresivo, habilidades de la vida diaria, aplicación móvil, aplicación educativa, discriminación auditiva, terapias auditivas

Abstract

Hearing is of vital importance to the acquisition of language, it helps us obtain information about our surroundings and interact with them.

Hearing problems may affect the behavior of people, provoke negative emotions and hinder communication. If a person is not able to hear adequately, the lack of comprehension and integration of sound may lead to conflicts that cause a delay in the acquisition of language and individual development.

Among people with Down's Syndrome, between 50 and 60 percent suffer from some kind of hearing disorder. Sadly, we observe that people with this disorder, whether it be mild or severe, does not receive necessary attention in the educational field.

It is true that some of the numerous hearing therapies, which exist right now, can be adapted to people with Down's Syndrome, but there is no therapy developed specifically for them. Furthermore, some of these therapies require special equipments and most of them need the presence of a specialized therapist. This renders the patients family unable to assist with the treatment.

Currently, thanks to mobile applications, we can change the way in which therapies are applied. Families can now easily find educational material and engage in educational activities by themselves in a time and place that fits them. Even so, a large problem still remains: most of the hearing applications are aimed towards children in kindergarten and elementary school only.

So, for all the reasons mentioned above, it was proposed to develop a logopedic tool for mobile units aimed to aid the development of the hearing abilities of young people with Down's Syndrome. This tool, named Ability, will use diverse exercises that stimulate the users hearing. This was done in collaboration with Down's Syndrome Foundation of Madrid.

Ability will contain 76 exercises split into three large categories: Identification and auditory discrimination, Auditory association and Cause-Effect of sound. All of the exercises will be tested on end users.

Keywords

Down syndrome, inclusive education, special education, communication, expressive language, daily living skills, mobile app, educational app, auditory discrimination, auditory therapies

Índice de Contenidos

RESUMEN.....	I
PALABRAS CLAVE	I
ABSTRACT	II
KEYWORDS.....	II
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
GLOSARIO	VII
AGRADECIMIENTOS	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. SÍNDROME DE DOWN.....	1
1.1.1. <i>Trastornos de percepción auditiva</i>	1
1.2. MOTIVACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.4. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	4
2. TECNOLOGÍAS A UTILIZAR Y ESTADO DEL ARTE	5
2.1. DISPOSITIVOS MÓVILES	5
2.1.1. <i>Mobile Learning</i>	5
2.1.2. <i>Sistema Operativo</i>	6
2.2. TERAPIAS AUDITIVAS DE COMUNICACIÓN.....	7
2.2.1. <i>Sistemas alternativos y aumentativos de comunicación (SAACs)</i>	7
2.2.2. <i>Terapia Auditivo – Verbal (TAV)</i>	8
2.2.3. <i>Método Tomatis</i>	8
2.2.4. <i>Método de Berard</i>	9
2.3. APLICACIONES MÓVILES DE ESTÍMULO AUDITIVO	10
2.4. CONCLUSIONES DEL ESTADO DEL ARTE.....	11
3. ANÁLISIS	12
3.1. RESUMEN DE LOS REQUISITOS DEL SISTEMA.....	13
3.1.1. <i>Requisitos funcionales</i>	13
3.1.2. <i>Requisitos no funcionales</i>	14
3.1.2.1. De recursos	14
3.1.2.2. De usabilidad.....	14
3.1.2.3. De operatividad	15
3.1.2.4. De escalabilidad	15
3.1.2.5. De robustez	15
4. DISEÑO	16
4.1. DIAGRAMA DE CLASES	16
4.2. ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LA APLICACIÓN.....	17
4.3. MODELO DE DATOS.....	20
4.4. DISEÑO DE TERAPIAS.....	22
5. DESARROLLO	24

5.1.	ENTORNO DE TRABAJO	24
5.2.	APARTADOS DE LA APLICACIÓN.....	25
5.2.1.	<i>Pantalla inicial</i>	26
5.2.2.	<i>Menú general</i>	27
5.2.3.	<i>Nuevo Usuario</i>	29
5.2.4.	<i>Login</i>	32
5.2.5.	<i>Menú de ejercicios</i>	35
5.2.6.	<i>Información de Terapia</i>	37
5.2.7.	<i>Input de ejercicio</i>	38
5.2.8.	<i>Desarrollo de ejercicio</i>	39
5.3.	DEFINICIÓN DE EJERCICIOS.....	42
5.3.1.	<i>Terapia 1: Identificación y Discriminación auditiva</i>	42
5.3.1.1.	Discriminación de onomatopeyas	42
5.3.1.2.	Sonidos fuertes vs Sonidos débiles.....	43
5.3.1.3.	Sonidos ambientales	43
5.3.1.4.	Sonidos del cuerpo	43
5.3.1.5.	Sonidos de la casa	43
5.3.1.6.	Empiezan por.....	44
5.3.1.7.	Terminan en.....	44
5.3.1.8.	Discriminación de pares mínimos.....	44
5.3.1.9.	Rimas y pareados	45
5.3.1.10.	Detectar fonemas iguales o diferentes	45
5.3.2.	<i>Terapia 2: Asociación auditiva</i>	45
5.3.2.1.	Asociación onomatopeyas-imagen.....	46
5.3.2.2.	Completar frases	46
5.3.2.3.	Imagen y sonido relacionados	46
5.3.2.4.	Asociación de frases e imágenes	46
5.3.2.5.	Asociar si empieza/contiene/termina en... ..	47
5.3.2.6.	Palabra encadenadas	47
5.3.2.7.	Semejanzas y diferencias entre sonidos	47
5.3.3.	<i>Terapia 3: Causa - Efecto</i>	48
5.4.	CREACIÓN DE FICHAS SONORAS.....	49
6.	PRUEBAS	50
6.1.	PRIMERA PRUEBA	50
6.2.	SEGUNDA PRUEBA	51
6.3.	TERCERA PRUEBA	52
6.4.	CUARTA PRUEBA	52
6.5.	QUINTA PRUEBA.....	53
7.	RESULTADOS.....	54
7.1.	RESULTADOS DE LA PRIMERA PRUEBA.....	54
7.2.	RESULTADOS DE LA SEGUNDA PRUEBA.....	54
7.3.	RESULTADOS DE LA TERCERA PRUEBA	55
7.4.	RESULTADOS DE LA CUARTA PRUEBA	56
7.5.	RESULTADOS DE LA QUINTA PRUEBA	58
8.	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	60
9.	REFERENCIAS.....	61

Índice de Tablas

Tabla 1 - Comparativa de terapias auditivas.....	11
Tabla 2 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 1	42
Tabla 3 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 2	43
Tabla 4 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 3	43
Tabla 5 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 4	43
Tabla 6 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 5	44
Tabla 7 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 6	44
Tabla 8 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 7	44
Tabla 9 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 8	44
Tabla 10 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 9	45
Tabla 11 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 10	45
Tabla 12 - Asociación auditiva. Ejercicio 1	46
Tabla 13 - Asociación auditiva. Ejercicio 2	46
Tabla 14 - Asociación auditiva. Ejercicio 3	46
Tabla 15 - Asociación auditiva. Ejercicio 4	47
Tabla 16 - Asociación auditiva. Ejercicio 5	47
Tabla 17 - Asociación auditiva. Ejercicio 6	47
Tabla 18- Asociación auditiva. Ejercicio 7	48
Tabla 19 - Causa - Efecto. Ejercicios	48
Tabla 20 - Fichas sonoras. Edición de imágenes	49
Tabla 21 - Fichas sonoras. Edición de audio	49
Tabla 22 - Duración (s) de ejercicios. Segundo usuario	55
Tabla 23 - Resultado correcto de ejercicios. Segundo usuario	55
Tabla 24 - Duración (s) de ejercicios. Tercer usuario	56
Tabla 25 - Resultado correcto de ejercicios. Tercer usuario	56
Tabla 26 - Duración (s) de ejercicios. Cuarta usuaria.....	57
Tabla 27 - Resultado de correcto de ejercicios. Cuarta usuaria.....	57
Tabla 28- Duración (s) de ejercicios. Quinta usuaria	58
Tabla 29 - Resultado correcto de ejercicios. Quinta usuaria	59

Índice de Figuras

Figura 1 - Uso de dispositivos móviles por niños de 0-8 años.....	5
Figura 2 - Uso dado a tablets por niños	6
Figura 3 - Porcentaje de aplicaciones gratuitas de diferentes SO	7
Figura 4 - Dispositivo AudioKinetron de AIT	9
Figura 5 - Dispositivo Earducator de AIT	9
Figura 6 – Auditory Processing Studio	10
Figura 7 – App iMartin. Sistema comunicador.....	10
Figura 8 - Diagrama de clases de Ability. Parte 1	16
Figura 9 - Diagrama de clases de Ability. Parte 2	17
Figura 10 - Diagrama E-R de BBDD de Ability	20
Figura 11 - Diseño de Terapias.....	22
Figura 12 - Estructura de las carpetas y ficheros del proyecto.....	25
Figura 13 - Ability. Pantalla inicial	26
Figura 14 - Ability. Botones principales	27
Figura 15 - Ability. Menú General	28
Figura 16 - Selección de exportación de datos	28
Figura 17 – Configuración de mensaje de exportación de datos	29
Figura 18 - Ability. Registro de usuario	30
Figura 19 - Ability. Imágenes por defecto del usuario	31
Figura 20 - DatePickerDialog	31
Figura 21 - Ability. Login	33
Figura 22 - Ability. Menú de Ejercicios.....	36
Figura 23 - Ability. Información de Terapia	37
Figura 24 - Ability. Pantalla de ejercicio (Parte 1)	38
Figura 25 - Ability. Pantalla de ejercicio (Parte 2). Opciones gráficas.....	40
Figura 26 - Ability. Pantalla de ejercicio (Parte 2). Opciones textuales	40
Figura 27 - Ficha de primer usuario	51
Figura 28 - Ficha de segundo usuario	51
Figura 29 - Ficha de tercer usuario	52
Figura 30 - Ficha del cuarto usuario	52

Glosario

Ability: Aplicación móvil que integra terapias auditivas dirigidas a estimular y reforzar la comunicaciones de jóvenes con Síndrome de Down.

Auditory Integration Training (AIT): Método desarrollado por el Dr. Guy Bérard para tratar trastornos auditivos usando música filtrada y modulada electrónicamente.

Características segmentales del lenguaje: Características relativas a los sonidos o secuencias de sonidos que se combinan para formar unidades analizables del lenguaje como los fonemas, sílabas y el grupo fónico.

Características suprasegmentales del lenguaje: Características relativas a más de un segmento tales como la entonación, el acento, la duración y el ritmo.

Diferencias espectrales: Se tiene un mismo patrón suprasegmental pero con construcción vocálica y consonántica diferente.

Discriminación auditiva: Habilidad para distinguir entre estímulos auditivos. Se identifica y reconoce diferencias en intensidad, timbre, fonemas, etc. de los sonidos.

e-learning: Sistema de aprendizaje a través de canales electrónicos como internet.

Hipoacusia: Término médico utilizado para describir a una persona con pérdida auditiva.

m-learning: Sistema de aprendizaje cuya metodología se basa en el uso de tecnologías móviles.

SD: Siglas de Síndrome de Down.

Sistemas alternativos y aumentativos de comunicación (SAACs): Sistemas dirigidos a personas con problemas comunicativos. Su objetivo es aumentar la capacidad de comprensión y expresión del lenguaje. En casos en que la expresión verbal no es posible, también proponen otros recursos de comunicación alternativos al convencional.

Sordera prelocutiva: Aquella ocurrida antes de la adquisición del lenguaje.

Sordera postlocutiva: Aquella ocurrida después de la adquisición del lenguaje.

Agradecimientos

Siempre he pensado que todo lo que se quiera conseguir en esta vida depende plenamente de uno mismo. Ello me ha llevado siempre a buscar oportunidades que me lleven a mi ansiado destino, sin esperar a que lleguen solas.

En el caso de este TFG, el proyecto nació como una idea propia. Fui yo la que lo definió y quién busco al tutor que lo supervisara. Es de las veces que mejor he elegido en mi vida. El Dr. Germán Montoro no sólo aceptó supervisar mi proyecto sino que se volcó plenamente en él, dándome las facilidades que me hicieran falta para que yo pudiera desarrollarlo, dándome ánimos así como toques de atención. A él especialmente quiero agradecerle la realidad de este TFG. ¡Gracias Germán!

Si bien comento que este proyecto era personal y que sentía que, como todo en mi vida, su éxito dependía plenamente de mí, estaba equivocada. Ha sido increíble ver la gran cantidad de personas que han creído en mi idea y que me han apoyado desinteresadamente. Sin ellos esto tampoco hubiera sido igual.

Gracias totales a mis padres, por entender mi trabajo, por confiar en mí y por esos innumerables cafés nocturnos. Gracias a mis abuelos por la educación que me dieron y por no haberme puesto nunca límites. Gracias a mi prima por darme tantos artículos referentes a mi investigación. Gracias a mi hermano que, aunque aún es muy pequeño para ser consciente de lo que pasa a su alrededor, me daba fuerzas cada vez que interrumpía mi trabajo con una sonrisa...

Finalmente, gracias a Wilson, Jaime, Juan, Áurea, Sonia y a las logopedas de la Fundación Síndrome de Down por haberme permitido trabajar con ellos.

1.Introducción

1.1. Síndrome de Down

El síndrome de Down (SD) o Trisomía 21 afecta a uno de cada 700 nacimientos. Es la anomalía congénita más común y se produce por la existencia de un cromosoma extra en la pareja cromosómica 21. Ello provoca la presencia de 47 cromosomas en los núcleos de las células en vez de los 46 habituales (se tiene tres cromosomas 21).

Esta alteración genética ocasiona una discapacidad cognitiva psíquica, generando dificultades en los procesos de percepción, memoria, lenguaje, atención y motivación.

En el lenguaje, se presentan dificultades no sólo relacionadas con su capacidad cognitiva, sino también condicionadas por problemas de respiración y por falta de tono muscular (atonía muscular), lo que afecta al aprendizaje motriz. Su aprendizaje es más lento [1].

Sin embargo, a pesar de todas estas posibles limitaciones, las personas con síndrome de Down son plenamente capaces de aprender y desarrollar sus habilidades si se les ofrece las oportunidades de aprendizaje adecuadas [2].

1.1.1. Trastornos de percepción auditiva

Otro problema de salud derivado de esta anomalía es el trastorno de la audición, que afecta entre el 50 y 60 por ciento de las personas con SD. Esta deficiencia se debe a la estrechez de los canales auditivos, que induce a la aparición de hipoacusias. Además, influye la presencia frecuente de las siguientes enfermedades:

- Estenosis del conducto auditivo.
- Acumulación de líquido en el oído medio.
- Otitis serosas
- Trastorno de transmisión de sonidos del oído interno al nervio auditivo.

En consecuencia, esta deficiencia auditiva influye claramente en el desarrollo de la comunicación y se suma a las dificultades del aprendizaje del lenguaje anteriormente comentadas. Al no percibir correctamente un estímulo auditivo, la persona puede tener problemas para procesarlo y tendrá complicaciones para replicarlo de forma totalmente inteligible.

1.2. Motivación

La motivación de este TFG responde a una necesidad rotunda: La necesidad de comunicación y expresión de las personas con necesidades especiales, en este caso, de los jóvenes con síndrome de Down.

Sabemos que estos jóvenes pueden poseer ideas claras y, sin embargo, tener obstáculos psíquicos y motores para poder expresarlas, muchas veces agravados por un trastorno auditivo. Por ello, es fundamental estimular la audición, porque a través de ella se logra aprender.

La audición es la facultad por la que aprendemos a etiquetar los componentes del mundo que nos rodea, relacionamos causas y consecuencias, damos voz a personas, acciones, etc. [3-4].

Con los programas y atención adecuados, las personas con síndrome de Down pueden desarrollar sus habilidades auditivas, logrando conseguir una aceptable autonomía para desenvolverse en la vida diaria. Es totalmente necesario que esta estimulación se realice desde una fase de intervención temprana y se mantenga a lo largo de los años. No obstante, la mayor parte de recursos educativos actuales se dirige sólo a niños en etapa pre-escolar y escolar.

Por todo ello, se propone desarrollar una herramienta para dispositivos móviles, en particular para tabletas, dirigida al desarrollo de las habilidades auditivas de los jóvenes con síndrome de Down. Esta herramienta, denominada *Ability*, estará basada en terapias de lenguaje, desarrolladas en colaboración con la Fundación Síndrome de Down de Madrid [5], que harán énfasis en lo auditivo.

Esta aplicación podrá ser usada por los padres o tutores juntos con los adolescentes cómodamente desde casa o desde cualquier otro entorno en el que los jóvenes se sientan a gusto y dispuestos a aprender. Esta situación y apoyo de la familia favorecerá a crear una memoria auditiva, integrando la audición al ambiente social.

La realización de las terapias podrá organizarse según las necesidades de cada joven ya que se dará la opción de parar y reanudar los ejercicios manteniendo el nivel alcanzando. También será posible una organización según los tipos de los ejercicios, debido a que estarán divididos en tres grandes categorías:

- Identificación y Discriminación auditiva
- Asociación auditiva
- Causa y Efecto de sonidos

1.3. Objetivos

Los objetivos clave que se pretenden conseguir con la herramienta a desarrollar en este TFG son los siguientes:

- Desarrollar habilidades lingüísticas mediante estrategias de estimulación auditivas adaptadas a jóvenes con SD. No obstante, también se pueden aplicar estas estrategias a usuarios con o sin este déficit.
- Desarrollar un programa de estimulación polisensorial, trabajando sobre la mayor cantidad de vías aferenciales.
- Incitar la comunicación natural usando patrones del desarrollo del lenguaje y del habla.
- Reforzar el desarrollo auditivo-verbal a través de la enseñanza individual.
- Desarrollar terapias que puedan guiar a los padres o tutores como modelos de estimulación auditiva.
- Diseñar, desarrollar y evaluar en usuarios finales la aplicación propuesta.

Los fines últimos que se procuran conseguir con el desarrollo de este TFG son:

- Conseguir el acceso a la comunicación (estímulo y refuerzo).
- Lograr una mayor integración social derivada del crecimiento de la expresividad individual.
- Procurar el avance individual en la calidad de vida e independencia de los usuarios.
- Fomentar una comunicación funcional, espontánea y generalizada.
- Aumentar la inteligibilidad de la comunicación oral.
- Ayudar a los jóvenes a integrar la audición en el desarrollo de sus habilidades sociales.

1.4. Estructura de la memoria

Este documento se divide en los bloques relativos a la Gestión de un Proyecto de Desarrollo Software. En particular, se estructura en los siguientes nueve bloques:

1. Introducción: En este apartado trataremos los motivos que inspiraron la realización de este trabajo, indicando los problemas particulares de los jóvenes con SD y comentando la solución propuesta para tratar de afrontarlos. Además, se listará los objetivos buscados.
2. Tecnología a utilizar y estado del arte: Este bloque contendrá información relativa a por qué se decidió utilizar tecnologías móviles para el desarrollo de la herramienta e información del sistema operativo elegido. También, se comentarán las distintas terapias auditivas actuales más utilizadas y las aplicaciones auditivas existentes.
3. Análisis: Este capítulo tratará sobre los temas discutidos en las reuniones con la Fundación Síndrome de Down de Madrid y sobre el análisis de requisitos realizado en ellas.
4. Diseño: Se centrará en la arquitectura de la aplicación. Se mostrará el diagrama de clases y el modelado de base de datos a emplear, explicando sus relaciones, funciones, etc. Asimismo, en este bloque se detallará el diseño de las terapias de estimulación auditiva.
5. Desarrollo: En esta sección se darán detalles de la implementación del software, explicando la lógica de las soluciones desarrolladas. Se hará referencia a los archivos principales que componen la aplicación, así como a las herramientas de diseño y desarrollo empleadas.
6. Pruebas: Este capítulo incluirá los datos de las pruebas realizadas, tanto de las fichas de los usuarios como de la organización de las evaluaciones.
7. Resultados: Mostrará en tablas los resultados de las pruebas realizadas y contendrá comparativa de los mismos. Además, se estudiará el comportamiento de los usuarios respecto a la herramienta y se evaluará el alcance de los objetivos buscado.
8. Conclusiones y trabajo futuro: Tratará de la evaluación global de este TFG, incluyendo ideas evolutivas a futuro.
9. Referencias

2. Tecnologías a utilizar y estado del arte

2.1. Dispositivos móviles

2.1.1. Mobile Learning

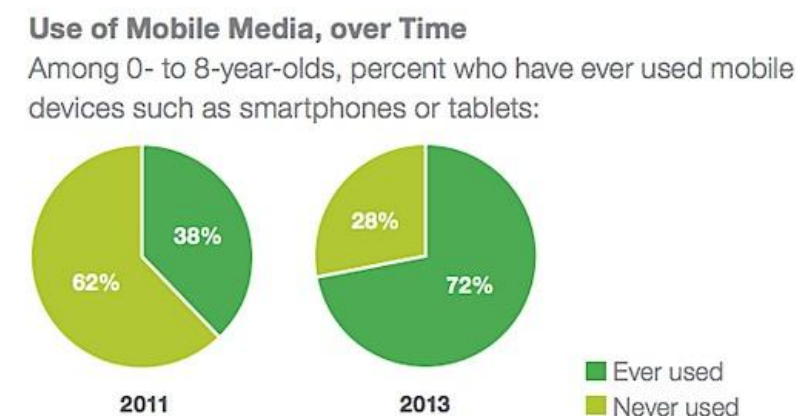
Actualmente, vivimos una nueva era de revolución tecnológica. La aparición de dispositivos móviles tales como smartphones, tablets y la proliferación de sus diversas aplicaciones, ha cambiado nuestro modo de comunicarnos, de aprender, de concebir nuestra vida.

Esta revolución ha tenido una clara repercusión en el sistema educativo, debido a la investigación y desarrollo de aplicaciones pedagógicas, que han concluido con la generación de un nuevo modelo de aprendizaje: el m-learning. El Mobile Learning (aprendizaje móvil o m-learning) es la evolución del e-learning adaptada a dispositivos móviles, cuyo fin sigue siendo aprovechar al máximo la tecnología en servicio de los procesos didácticos [6].

Esta nueva concepción metodológica tiene una gran aceptación ya que brinda una serie de ventajas pedagógicas que otros modelos no ofrecen, como por ejemplo:

- Capacidad de elección del entorno y momento de aprendizaje.
- Posibilidad de personalización de los métodos educativos.
- Control y supervisión de las actividades realizadas por parte de los padres.

Otra característica fundamental de esta innovación educativa es la interactividad. El uso de pantallas táctiles resulta intuitivo, sobre todo en niños que, como podemos apreciar en la Figura 1, aprenden fácilmente a controlar esta tecnología.



Source: Zero to Eight: Children's Media Use in America 2013, Common Sense Media

Figura 1 - Uso de dispositivos móviles por niños de 0-8 años

Según Lisa Guernsey [7], esta interactividad logra mejores resultados en el aprendizaje, además de efectuarse de forma más rápida que si sólo se utilizara un video educativo, por ejemplo. Al mismo tiempo, la potencia de las pantallas para combinar contenidos visuales y auditivos resulta altamente atractiva para los estudiantes, incluso desde niños, que integran el uso de estas herramientas en sus actividades diarias (Figura 2).

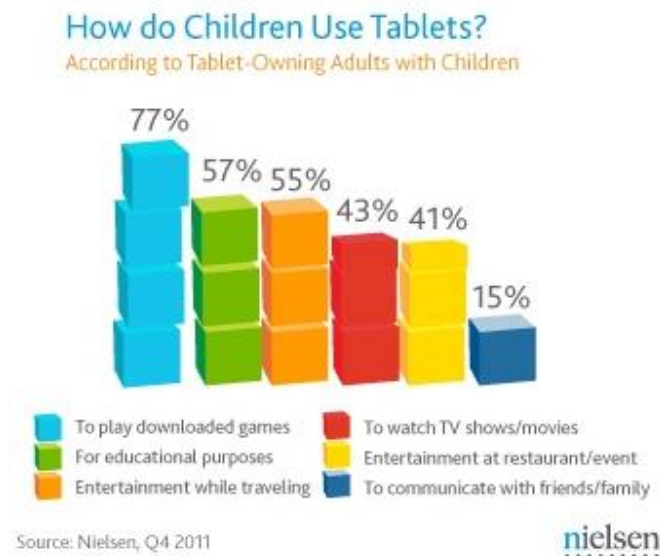


Figura 2 - Uso dado a tablets por niños

Por todas las ventajas que ofrece el m-learning, se ha decidido desarrollar el programa *Ability* para dispositivos móviles. En particular, se ha decidido implementarlo en tablets por cuestiones relativas al tamaño de las pantallas. El trabajar con pantallas de, al menos, 8 pulgadas permitirá estructurar mejor las terapias y usar recursos gráficos con un mayor grado de visibilidad, estimulando así la percepción de los usuarios.

De hecho, está comprobado que la percepción y la memoria visual de las personas con SD son algunos de sus puntos fuertes en comparación con otras de sus capacidades. De ahí que les guste aprender mediante información que se les presenta visualmente [8].

Po último, cabe destacar que la tecnología móvil, por su naturaleza intuitiva, resulta menos difícil de aprender por parte de las personas con discapacidades, lo que reduce el estrés y aumenta la motivación a la hora de utilizarla.

2.1.2. Sistema Operativo

Una vez decidida la tecnología a utilizar, queda por decidir la elección del sistema operativo. Analizando el mercado actual, vemos que los SO predominantes son iOS y Android, por lo que acotaremos las posibles opciones a estos dos sistemas.

De ellos, hemos elegido Android por su popularidad entre los usuarios, su estable y creciente cuota de mercado (más del 70%) y porque es de código abierto. Su Software

Development Kit (SDK) proporciona las herramientas necesarias para desarrollar aplicaciones en cualquier dispositivo que soporte esta tecnología. Además, Android es el sistema operativo estándar elegido por la Universidad Autónoma de Madrid para la enseñanza de desarrollo de aplicaciones móviles.

Por otro lado, con el desarrollo de la herramienta *Ability* queremos apoyar la distribución de programas de enseñanza gratuitos y el SO de Google es el que más aplicaciones de este tipo posee.

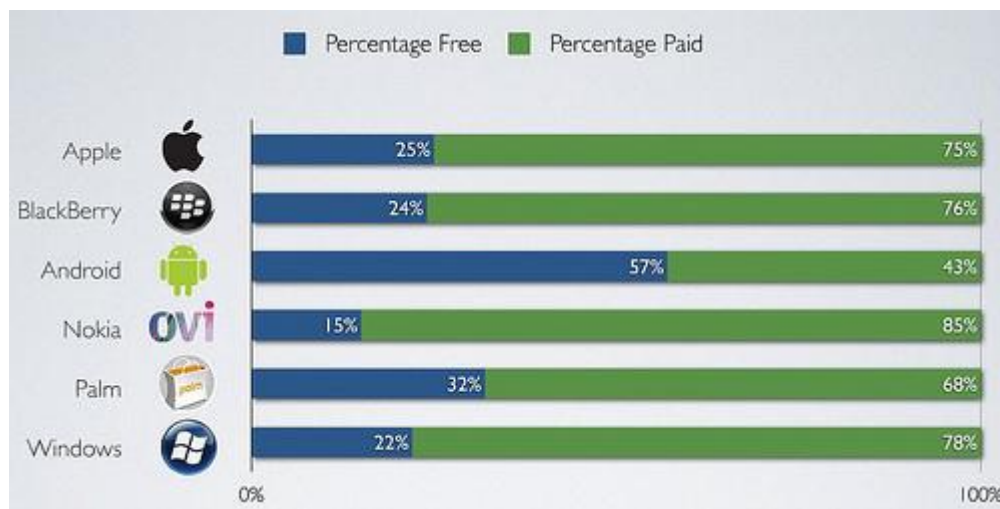


Figura 3 - Porcentaje de aplicaciones gratuitas de diferentes SO

2.2. Terapias auditivas de comunicación

Antes de empezar este proyecto, se ha realizado una investigación de las terapias existentes dedicadas a personas con discapacidad auditiva, con el fin de conocer sus bases científicas, metodologías, objetivos, etc. A continuación, mostramos información de las más importantes.

2.2.1. Sistemas alternativos y aumentativos de comunicación (SAACs)

Estos sistemas consisten en herramientas de comunicación para que personas con discapacidad puedan interactuar con su entorno. Son medios que requieren asesoramiento en el proceso de su aprendizaje.

Están dirigidos a individuos con diversas alteraciones del lenguaje, tales como personas con discapacidad intelectual, física, sensorial o, incluso, personas que han perdido sus capacidades comunicativas de forma temporal (por ejemplo, personas en fase de recuperación de operaciones) [9]. Sus principales objetivos son:

- *Aumentar la capacidad y fluidez del habla*, mejorando la transmisión de la información. Se estimula tanto el canal auditivo como el visual en conjunto para representar el entorno. Un ejemplo serían los sistemas pictográficos.
- En el caso de personas con grandes obstáculos en el lenguaje oral, se busca enseñar códigos de representación no vocales que permitan lograr una comunicación estructurada. Esto es, enseñar un sistema *alternativo* de comunicación como, por ejemplo, el lenguaje de signos.

2.2.2. Terapia Auditivo – Verbal (TAV)

Se trata de una terapia unisensorial ya que su metodología centra el énfasis en los estímulos auditivos con el fin principal de desarrollar el lenguaje a través de la audición. Previamente, el déficit auditivo de los niños debe ser identificado y diagnosticado para que ellos puedan utilizar una amplificación óptima (audífonos e implantes cocleares entre otros) lo más tempranamente posible [10].

El TAV se basa en integrar los sonidos en los juegos y actividades diarias de los niños. En esta metodología es fundamental la participación de los padres, quienes son los encargados de crear ambientes auditivos y guiar a sus hijos en el reconocimiento de los sonidos de su entorno natural, incluyendo el sonido de la propia voz de los niños.

Entre los ejercicios que los terapeutas recomiendan a los padres se encuentran los de detección de sonidos, identificación, discriminación, comparación, etc.

Los principales casos en los que se suele aplicar esta terapia son:

- **Habilitación auditiva:** Si los niños presentan sordera prelingual (sordera que aparece antes de haber desarrollado el lenguaje).
- **Rehabilitación auditiva:** En el caso de tener niños con sordera postlingual (sordera tras la adquisición del lenguaje).
- Niños con hipoacusia progresiva.

2.2.3. Método Tomatis

Este método lleva el nombre de su creador Alfred Tomatis, otorrinolaringólogo francés que investigó la relación entre el oído y la voz.

Tomatis observó que sus pacientes con distorsiones auditivas en determinadas frecuencias, no eran capaces de emitir oralmente esas mismas frecuencias de manera correcta. De este modo, llegó a la conclusión de que los sonidos y el oído trabajan en conjunción, con lo que cualquier cambio en uno supone una respuesta en el otro. Por

ello, expuso que una metodología de reeducación auditiva no sólo conlleva una mejora de la audición del individuo sino que mejora su comunicación, concentración e incluso su capacidad de aprendizaje. Es más, el Dr. Tomatis afirmó que una escucha balanceada ayuda a mejorar la inteligencia emocional [11].

Su método se basa en la escucha de sonidos con diferentes frecuencias (adaptadas a cada usuario), relacionando cada rango de frecuencias con efectos directos en el cuerpo: frecuencias altas para funciones mentales y psicológicas; frecuencias medias para la comunicación y el lenguaje; y frecuencias bajas para la motricidad y el equilibrio corporal. La programación de todas estas frecuencias es realizada por especialistas.

Dado que esta disciplina audio-psico-fonológica va dirigida a estimular una gran cantidad de funciones cognitivas, su ámbito de aplicación recomendado es igual de amplio. Entre otros, se recomienda para:

- Trastornos del aprendizaje y el lenguaje
- Trastornos de la atención
- Trastornos afectivos y emocionales
- Trastornos psicomotores
- Preparación al parto
- Aprendizaje de idiomas

2.2.4. Método de Berard

El doctor Guy Berard, tras trabajar durante un corto periodo de tiempo con el Dr. Tomatis, decidió crear su propio método de reeducación auditiva conocido como método de Berard (Berard AIT method).

Berard consideró que el método Tomatis resultaba ineficiente al centrarse en un enfoque emocional de la audición y al necesitar demasiadas horas de estimulación auditiva (más de treinta), lo que aumentaba el coste de las terapias para las familias.

Este nuevo método utiliza para la modificación electrónica de los sonidos dos dispositivos oficiales: El AudioKinetron y el Earducator.



Figura 5 - Dispositivo Earducator de AIT



Figura 4 - Dispositivo AudioKinetron de AIT

Estos dispositivos son manipulados por especialistas para modificar la frecuencia de los sonidos según las necesidades de cada usuario. Estas necesidades son detectadas con pruebas auditivas realizadas antes, en la mitad y al final de las terapias. Los resultados de las pruebas ayudan a readaptar la modulación de la música en caso de ser necesario [12].

El método de Berard se aplica durante diez días con dos sesiones diarias de media hora cada una.

2.3. Aplicaciones móviles de estímulo auditivo

Dentro del grupo de aplicaciones educativas podemos encontrar varias dedicadas a desarrollar habilidades auditivas, aunque muchas de ellas con estilos parecidos. Algunos ejemplos de las que tenemos en Google Play y en la App Store son:

- **iMartina:** Es un sistema de comunicación que entra en el grupo de los SAACs. Mediante una serie de pictogramas se logran formar frases (audio en español). Es sencillo, de fácil manejo y está diseñado para niños. Disponible en App Store.
- **Zoológico para niños:** Herramienta que estimula la audición mediante el uso de onomatopeyas de animales. Incluye sonidos y fotos reales. Disponible para Android.
- **Auditory Processing Studio:** Aplicación creada por un especialista del lenguaje, dirigida a usuarios, a partir de siete años, con trastornos de audición. Se centra en mejorar la audición usando ejercicios de discriminación, cierre auditivo y de fonología. Permite introducir ruido de fondo para crear ambientes auditivos de mayor dificultad. Es una herramienta compleja.



Figura 7 – App iMartina. Sistema comunicador



Figura 6 – Auditory Processing Studio

2.4. Conclusiones del estado del arte

Tras analizar las distintas terapias auditivas y sus aplicaciones hemos realizado una comparativa de las mismas, que queda reflejada en la siguiente tabla:

	Sistemas SAAC	TAV	Método Tomatis	Método de Berard
Rango de edades aplicables	Se recomienda empezar desde niños.	Preferiblemente, niños en etapa pre-escolar y escolar.	Todas.	Personas mayores de 3 años.
Aplicable a SD	Sí.	Sí.	Sí.	Sí.
Uso en casa	Se permite.	Sí.	No. Sólo es aplicable por especialistas.	No. Sólo es aplicable por especialistas.
Necesidad de dispositivos específicos	A veces. Dependiendo del SAAC puede necesitarse un tablero de apoyo (caso de los comunicadores).	No.	Sí. Uso del oído electrónico.	Sí. Uso del Earducator y del AudioKinetron.
Posibles efectos secundarios	Por su comodidad, pueden perjudicar el desarrollo de la capacidad oral. Requieren mucha memoria y que todos los interlocutores conozcan el sistema.	No.	Aumento en nivel de actividad, cambios en el apetito o en el patrón de sueño.	Sueño intenso. Irritabilidad y cambios de humor bruscos.

Tabla 1 - Comparativa de terapias auditivas

Podemos concluir que las terapias de estimulación auditiva, lógicamente, requieren ser desarrolladas por especialistas en audición. Sin embargo, una vez elaboradas, en muchos casos también requieren ser aplicadas por especialistas, dejando a la familia en un segundo plano. Por otro lado, vemos que la mayoría de terapias van dirigidas a trastornos medios o graves de la audición y no hay ninguna específica para personas con síndrome de Down.

Respecto a las aplicaciones móviles, observamos que su desarrollo ha permitido dar a las familias la oportunidad de aplicar ejercicios auditivos desde casa y en cualquier momento. No obstante, la mayoría de estas aplicaciones están destinadas a niños y las más complejas e interesantes no están disponibles en español.

Para nuestra aplicación, *Ability*, al pretender ser una aplicación con diversos ejercicios auditivos, desarrollados por especialistas pero con la opción de poder ser ejecutados en casa con el apoyo familiar, la terapia que usaremos como base será la TAV. Nuestro público dirigido será el menos tratado: los jóvenes.

3. Análisis

Este proyecto cuenta con el asesoramiento y aprobación de la Fundación Síndrome de Down de Madrid, con la que se ha mantenido una serie de reuniones.

En estas reuniones se ha tratado las necesidades de los jóvenes con SD y se ha hecho referencia a los recursos educativos actuales existentes. Las profesionales de la Fundación indicaron que la habilidad menos trabajada por estos recursos era la auditiva porque, a pesar de ser un déficit conocido de las personas con Down, no recibe la suficiente valoración al tratarse de un trastorno generalmente leve.

En cuanto a las aplicaciones móviles, comentaron que hay una gran cantidad relativa a la estimulación visual y una minoría relativa a la auditiva. De esta última, prácticamente todas van dirigidas a niños y muchas de ellas no logran adecuarse a los requisitos de las logopedas de la Fundación.

Por todos estos factores, se decidió trabajar en conjunto para idear una aplicación que respondiera a las necesidades deseadas. Las características de esta nueva herramienta debían ser:

- Ser una aplicación que haga pleno énfasis en la audición. Todas las instrucciones y ejercicios deben ser por audio.
- Usar un lenguaje rico en inflexiones ya que el ritmo y la melodía del habla resaltan su audibilidad.
- Tener opciones de repetición del audio. Esto es fundamental para la adaptación a las necesidades de cada usuario.
- La aplicación debe estimular la motivación de los usuarios. Para ello debe ser sencilla y con tareas bien definidas. Tareas muy complejas disminuirían la motivación provocando la pérdida de atención.
- Estimular la interacción. Intervenir y lograr acertar los ejercicios ayuda al aumento de la autoestima, lo que favorece siempre al desarrollo personal.
- Aunque el énfasis se centra en el audio, la herramienta también debe tener, de forma complementaria, tanto texto como imágenes para provocar una estimulación multisensorial.
- Permitir el seguimiento del progreso de los usuarios.

- Estar dirigida a jóvenes de un rango de edad aproximado de entre 15 y 30 años.

Una vez definido el concepto general de la aplicación, quedaba por especificar las habilidades auditivas a desarrollar (detección de sonido, discriminación, comprensión, etc.) y los estímulos a utilizar en las terapias.

Se decidió centrarnos en cuatro grandes grupos de terapias auditivas (dos de ellos trabajados juntos) con diferentes niveles internos. Estos grupos son:

- **Identificación y Discriminación:** Por un lado, buscamos ejercitar la identificación y selección de sonidos de una lista cerrada y, por otro lado, trabajar la capacidad de reconocer diferentes intensidades de sonido, distintos o iguales fonemas, palabras y frases. Tratamos aspectos suprasegmentales y segmentales del lenguaje.
- **Asociación:** El objetivo es desarrollar la capacidad de relacionar conceptos. Se fomenta el análisis de la información acústica para establecer correlaciones entre audio e imágenes o entre ideas.
- **Causa - Efecto:** Las personas con Down presentan deficiencias en los sistemas de precaución y alerta, con lo que tienen dificultades para prever peligros y/o avisos [13]. Con esta terapia se pretende enseñar las relaciones entre determinados eventos, siendo uno el resultado de otro. Actualmente, este tipo de terapia tan necesaria en la vida es poco considerada.

3.1. Resumen de los Requisitos del Sistema

Después de identificar las características del sistema a implementar, procedimos a realizar el análisis de los requisitos. A continuación, se listan los requisitos básicos.

3.1.1. Requisitos funcionales

- **Req. 1. SO y API:** El sistema debe ser implementado para tablets con sistema operativo Android. Debe funcionar correctamente con la versión 3.0 (*Honeycomb*) como mínimo.
- **Req. 2. Registro:** La aplicación debe permitir el registro de varios usuarios.

- **Req. 3. Gestión de fotos:** El alta de un usuario deberá permitir que éste agregue, modifique o elimine su foto, tomada desde la cámara o la galería del dispositivo móvil. En caso de no agregar ninguna foto, se debe dar la opción de usar una por defecto.
- **Req 4. Login:** Los usuarios podrán loguearse en la aplicación seleccionando su foto (con nombre) de una galería carousel.
- **Req 5. Repetición de audio:** La herramienta debe proporcionar un botón para volver a escuchar el estímulo acústico.
- **Req 6. Ver duración del audio:** Siempre que se emita un sonido con el que trabajar, deberá mostrarse una barra de progreso del mismo.
- **Req 7. Opciones de las terapias:** La aplicación debe permitir terapias con dos y tres opciones de respuesta, que podrán ser tanto textos como imágenes.
- **Req 8. Puntuación:** El sistema debe tener un sistema de puntuaciones que motive la actividad de los usuarios.
- **Req 9. Registro de actividad:** Se debe guardar automáticamente los resultados de cada ejercicio.
- **Req 10. Exportación de datos:** La herramienta ofrecerá la opción de exportar los datos del historial de los usuarios vía mail.

3.1.2. Requisitos no funcionales

3.1.2.1. *De recursos*

- **Req 1.** La base de datos debe soportar el registro de, al menos, veinte usuarios en la aplicación (número medio de alumnos de la fundación en cursos de logopedia).
- **Req 2.** Las fotos de los usuarios deben ser almacenadas en una carpeta propia y privada de la aplicación.

3.1.2.2. *De usabilidad*

- **Req 3.** La pantalla deberá mostrar botones y textos grandes.

3.1.2.3. *De operatividad*

- **Req 4.** Los usuarios no familiarizados con la aplicación no deberían tardar más de quince minutos en manejar y comprender la dinámica de los ejercicios.

3.1.2.4. *De escalabilidad*

- **Req 5.** El sistema debe ser construido sobre una base que posibilite un desarrollo evolutivo e incremental. Nuevos requerimientos y definiciones de terapias deben ser fácilmente incorporados.

3.1.2.5. *De robustez*

- **Req 6.** En caso de errores excepcionales, la herramienta debe ser capaz de recuperarse, mostrando al usuario la información de los últimos ejercicios realizados.

4. Diseño

4.1. Diagrama de clases

En esta sección veremos el diagrama de clases simplificado de la aplicación. Lo hemos dividido en dos partes: una general sin incluir la parte de ejercicios propia y otra representando el diagrama de la arquitectura de los mismos.

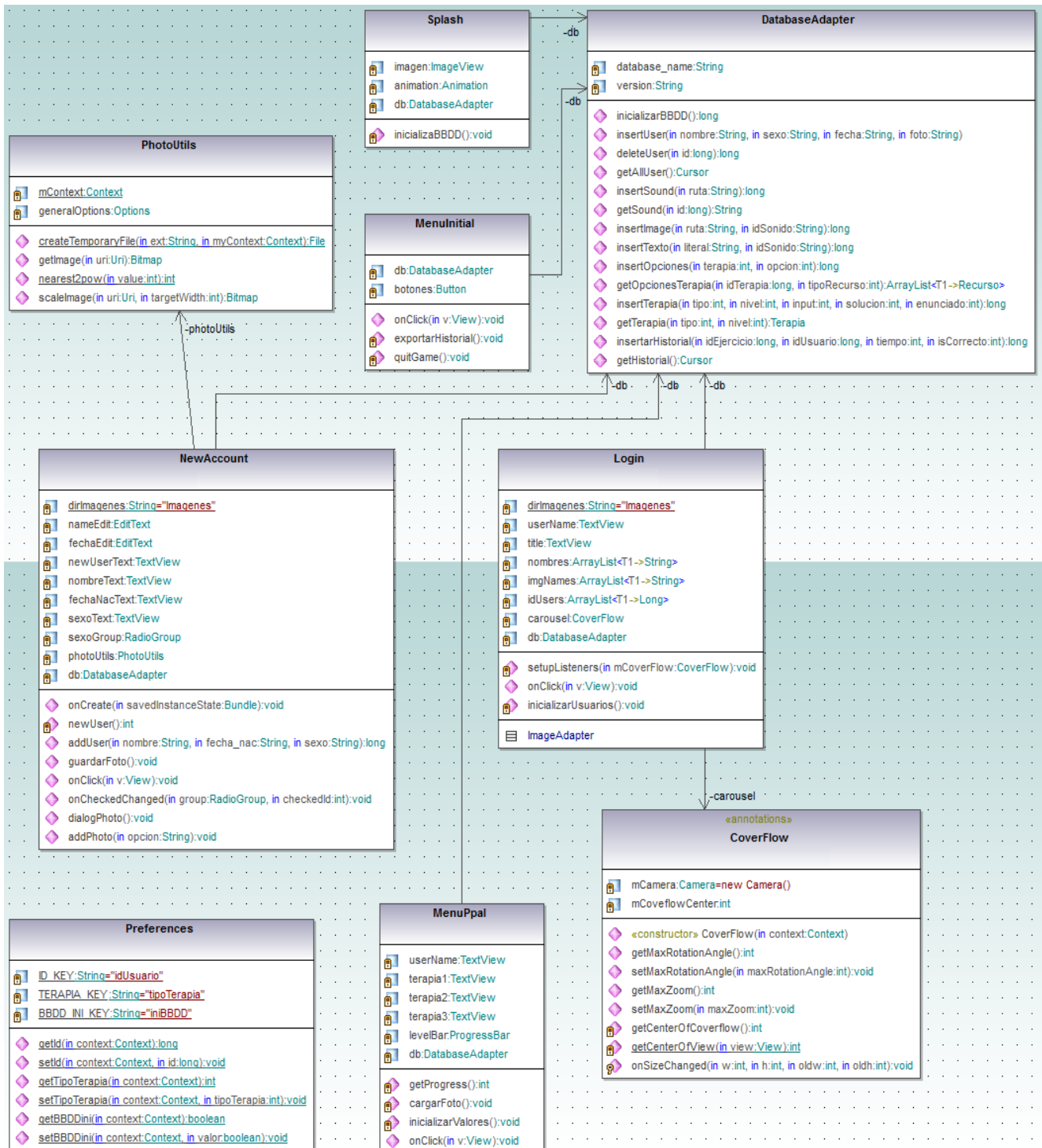


Figura 8 - Diagrama de clases de Ability. Parte 1

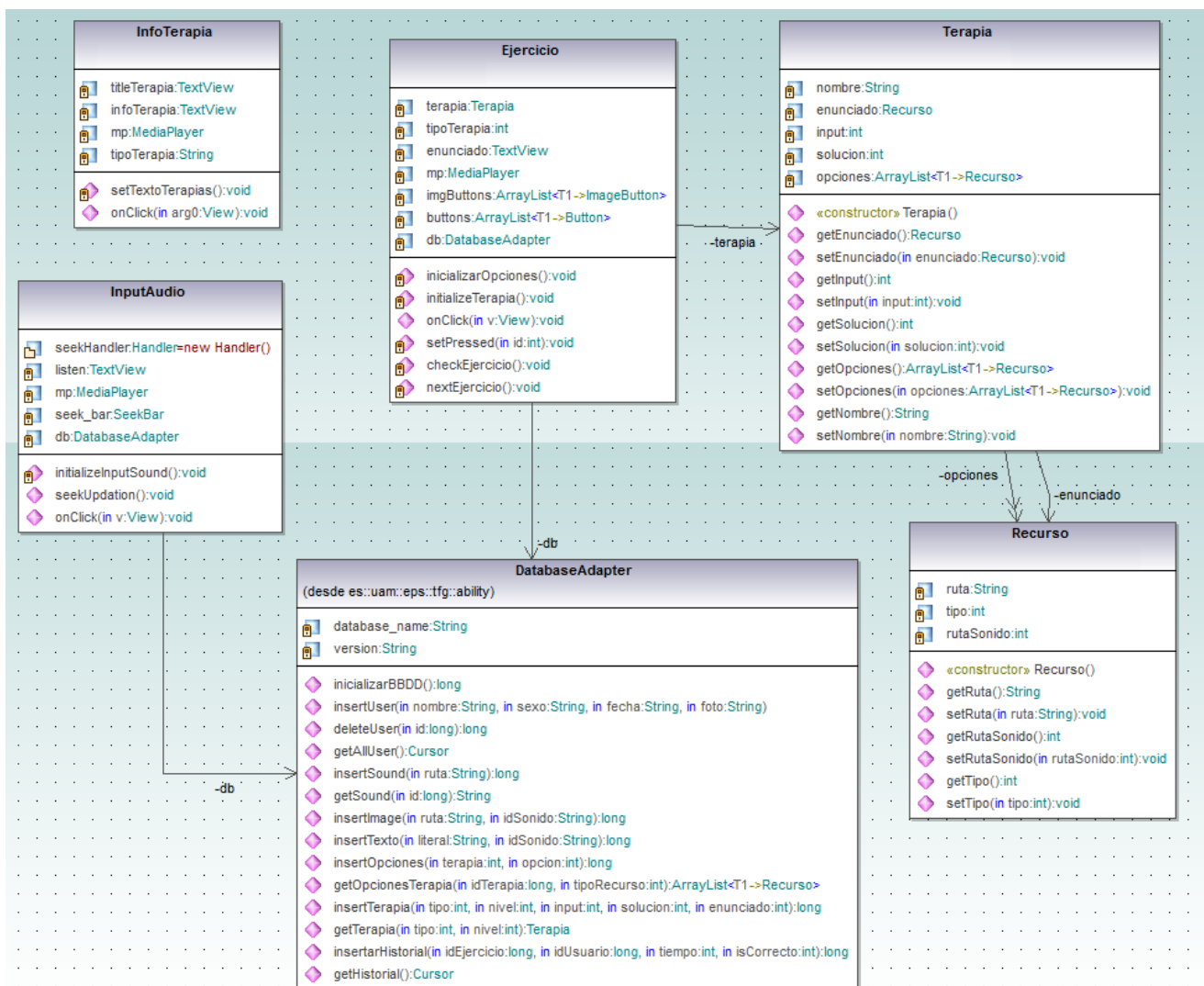


Figura 9 - Diagrama de clases de Ability. Parte 2

4.2. Análisis del diseño de la aplicación

Dado que se trata de una aplicación Android, además de las clases típicas de Java tendremos unas clases especiales que serán las Activities. Cada clase de tipo Activity estará relacionada con una pantalla de la herramienta móvil y tendrá su correspondiente fichero XML en el que se definirá la interfaz de usuario.

Empezaremos realizando el análisis de estas clases, detallándolas siguiendo el orden del hilo principal del sistema. Véase:

- **Splash:** Esta clase contendrá el logo de la Fundación Síndrome de Down con una animación de tipo alpha. Además, en esta clase se hará uso de las Preferencias de la aplicación para saber si se tiene la BBDD inicializada o no. En caso negativo, se inicializarán los valores de todos los ejercicios.

- **MenuInitial:** Esta clase será el menú principal de la aplicación. Mostrará el logo de *Ability* y cuatro opciones de acción: Login, Nuevo Usuario, Resultados y Salir. Las dos primeras opciones llevarán a una nueva Actividad mientras que la última mostrará un diálogo para confirmar la salida. La tercera opción será la que permita la exportación de resultados, es decir, la exportación de los datos de la tabla de Historial de usuarios. Por defecto, los datos serán enviados vía mail en un fichero CSV a la dirección indicada.
- **NewAccount:** Si en el menú inicial se marca la opción de “Registro”, se crea esta Actividad. En esta clase, el nuevo usuario deberá escribir su nombre en un campo editable, seleccionar su fecha de nacimiento de un calendario y elegir su género. También tendrá la opción de usar una foto propia en lugar de la imagen por defecto. Esta foto podrá ser tomada desde la cámara de la tablet o ser seleccionada desde la galería.
Como soporte a la manipulación de gráficos, se hará uso de la clase auxiliar *PhotoUtils*, de código abierto (crédito a la “Comunidad de Desarrolladores”).
- **Login:** Si en el menú inicial se marca la opción de “Login”, se crea esta Actividad. Esta clase contendrá un carousel con las fotos de los usuarios registrados junto con sus nombres. Bastará con deslizarse por las diferentes imágenes y seleccionar la deseada para realizar el login.
La clase de galería personalizada utilizada para implementar el carousel ha sido la de *Coverflow* (crédito al desarrollador Neil Davies).
- **MenuPpal:** Tanto si se ha registrado un nuevo usuario como si se ha hecho login, la actividad inmediatamente siguiente será la de *MenuPpal*. Esta clase representará el menú principal de ejercicios y estará dividida en dos partes diferenciadas. La parte superior mostrará la información del usuario, esto es, su foto, nombre y su barra de nivel alcanzado (número de ejercicios realizados). Por otro lado, en la parte inferior tendremos los botones de acceso a los tres grupos de terapias que hemos definido anteriormente: Identificación y Discriminación, Asociación y Causa – Efecto.
- **InfoTerapia:** Siempre que desde el menú principal de ejercicios se seleccione una Terapia, la pantalla que se mostrará a continuación será la relacionada con la clase *InfoTerapia*. Esta clase obtendrá la información de la terapia seleccionada y la mostrará por pantalla. Esta información indicará al usuario sobre cuál es el objetivo de los ejercicios que va a empezar y qué es lo que debería hacer. Esta información será emitida también de forma oral. Esta pantalla sirve de introducción a la siguiente pantalla de inicio del ejercicio.

- **InputAudio:** Esta clase es la primera parte relativa a un ejercicio. En ella se solicitará la máxima atención del usuario y se emitirá el estímulo auditivo correspondiente al tipo de terapia seleccionada y al nivel alcanzado por el usuario en ella. Constará de una barra de progreso del sonido, un pictograma de escucha y de un botón para la repetición del sonido.
- **Ejercicio:** Esta clase es la segunda parte relativa a un ejercicio. Aquí se mostrará al usuario el enunciado que se hará sobre el estímulo auditivo escuchado anteriormente y se mostrará una serie de opciones de respuesta. Estas opciones podrán ser tanto imágenes como sólo texto. En esta pantalla también se tendrá un botón para la repetición del sonido de entrada, así como otro para comprobar la respuesta seleccionada. En caso de que el usuario desee parar su rutina de ejercicios, podrá hacerlo pulsando un botón de salida.

Tras analizar las Activities de la aplicación, detallaremos las clases restantes, fundamentales en la lógica del sistema. Éstas son:

- **DatabaseAdapter:** Clase encargada de la gestión completa de la base de datos de la aplicación (creación, actualización, lectura, etc.). Contendrá las queries para la creación de todas las tablas, además de funciones de acceso a las mismas, tanto de lectura como escritura.
- **Recurso:** Esta clase fundamental representará un objeto caracterizado por tener un tipo (imagen o texto), una ruta y un identificador de sonido relacionado. Con ella podremos gestionar fácilmente y de forma genérica los recursos utilizados por los ejercicios.
- **Terapia:** Aquí almacenaremos los atributos que definen a un ejercicio. Es decir, los identificadores de los sonidos de entrada y respuesta, las opciones de tipo Recurso, el nombre del ejercicio, etc. Esta clase nos facilitará la gestión de ejercicios.
- **Preferencias:** Si bien no hemos relacionado esta clase con el resto en el diagrama (por cuestiones de simplicidad), la clase de preferencias será utilizada por varias clases de la aplicación. En las preferencias guardaremos el identificador del usuario actualmente en uso, el tipo de terapia actual que se esté realizando, la variable booleana para saber si la BBDD está inicializado o no y el nivel alcanzado por el usuario en los tres tipos de terapias diferentes. Esta clase será utilizada por Splash, Login, NewAccount, MenuPpal y Ejercicio.

4.3. Modelo de Datos

Para entender el modelo de datos utilizado en la herramienta estudiaremos primero el diagrama E-R de la base de datos y luego, detallaremos las tablas empleadas junto con sus relaciones. Veamos el diagrama:

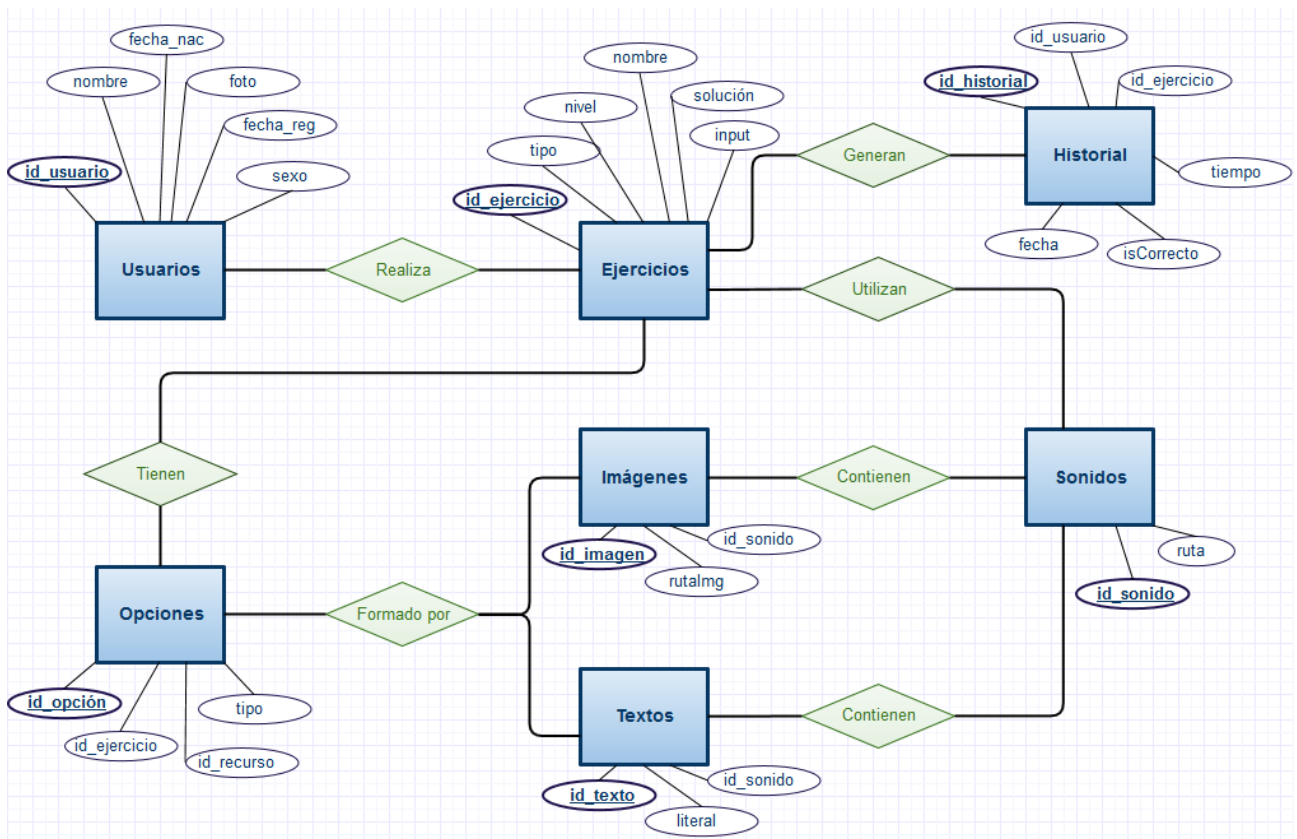


Figura 10 - Diagrama E-R de BBDD de Ability

Como podemos observar, la aplicación constará de siete tablas de base de datos. Sus utilidades y relaciones serán las siguientes:

- **Sonidos:** Tabla base de la aplicación ya que todos los recursos utilizados siempre tendrán su versión sonora. Esta tabla contendrá el identificador del sonido y su ruta.
- **Imágenes:** Esta tabla representa uno de los dos posibles tipos de opciones de respuesta de un ejercicio. La tabla contendrá el identificador de la imagen, su ruta y su sonido asociado.
- **Textos:** Esta tabla representa el segundo tipo de opción posible de un ejercicio. En esta tabla se almacenarán no sólo las opciones sino también los enunciados

de los ejercicios y diversos textos necesarios para la aplicación. La tabla estará formada por su identificador, el literal del texto y su sonido asociado.

- **Ejercicio:** Esta tabla queda definida por su identificador de ejercicio, el tipo de terapia al que pertenece (de los tres posibles), su nivel dentro de ese tipo de terapia, su nombre, el identificador del estímulo auditivo de entrada (input) y el identificador del sonido de solución (respuesta correcta).
- **Opciones:** Esta tabla actuará como medio de relación entre las tablas de Imágenes, Textos y Ejercicios. Dado que un ejercicio puede tener opciones tanto gráficas como textuales, esta tabla almacenará el tipo de recurso (Imagen, Texto) y el identificador del recurso para saber cuál está utilizando un ejercicio en particular. Esta tabla también contendrá, lógicamente, el identificador del ejercicio al que pertenece la opción y su propio identificador. Al diseñar las opciones en una tabla aparte (no incluida en la propia tabla de Ejercicios), también permitiremos tener un número variable de opciones, ya sean dos, tres o más.
- **Usuario:** En esta tabla guardaremos la información de los usuarios registrados.
- **Historial:** En esta tabla guardaremos la información referente a la realización de un ejercicio por parte de un usuario. Contendrá el identificador de historial, el identificador del ejercicio, el identificador del usuario, la fecha, la duración de la resolución de un ejercicio y un campo que indicará si se resolvió de forma correcta o no.

En la arquitectura de la base de datos podemos observar que tanto la tabla de Imágenes como la de Sonidos poseen un atributo de “ruta”. En este atributo guardaremos el identificador del recurso de imagen o sonido, que estará almacenado en la carpeta de recursos del proyecto Android (drawable y raw respectivamente). Este campo de ruta, sin embargo, será de tipo texto en lugar de ser un entero. Esto es porque, en un futuro, la aplicación podrá dar al usuario administrador la opción de crear nuevos ejercicios y, en este caso, en la columna de “ruta” se almacenaría la localización exacta del archivo en la carpeta privada del sistema en la que se haya guardado.

También podemos observar que la tabla de Ejercicios y la tabla de Opciones poseen un atributo de “tipo”. Este campo será un número entero que resultará verdaderamente útil para la gestión de las diferentes clases de ejercicios y opciones que podamos tener. Bastará con incrementarlo por cada tipo nuevo de recurso o ejercicio que se tenga (según el caso).

Respecto a la tabla de Opciones, hemos indicado que servirá de conexión entre la tabla

de Ejercicios y los posibles tipos de opciones que tengamos, relacionando cada ejercicio a una cantidad cualquiera de ellos.

Esta versatilidad en el número de opciones no sería posible si almacenáramos toda la información sólo en la propia tabla de Ejercicios. Así pues, con el diseño de esta tabla evitamos la redundancia de datos y la mezcla de información. Conseguimos, de este modo, proteger la integridad de los datos y facilitar su actualización.

En conclusión, el diseño de la base de datos propuesto pretende permitir la máxima escalabilidad posible. Con este diseño agregar un nuevo tipo de terapia, un nuevo tipo de recurso (por ejemplo, opciones de sólo audio) o variar aún más el número de opciones de un ejercicio sería una tarea sencilla (*Req. 5. No funcional*).

4.4. Diseño de Terapias

Para el diseño pedagógico de las terapias hemos tenido en cuenta el uso que vamos a hacer de los diferentes materiales multimedia. Es prioritario usar una presentación atractiva que invite a la interacción pero debemos tener cuidado en no centrar la atención sobre el contenido visual, sino sobre el auditivo. Tanto los gráficos como los textos deben servir como apoyo de las terapias y no ser, en ningún caso, el elemento principal de ellas. Además, la información de los ejercicios debe presentarse de forma simple y comprensible.

Como respuesta a esta búsqueda de simplicidad y minimalismo se ha definido la siguiente arquitectura de terapia:

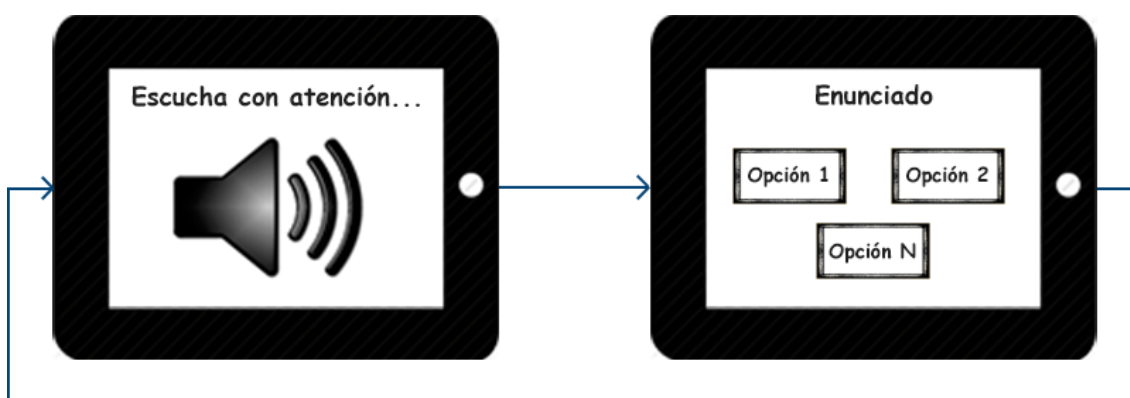


Figura 11 - Diseño de Terapias

Esta arquitectura se aplicará a todos los ejercicios de la aplicación. Así pues, vemos que un ejercicio constará siempre de dos partes diferenciadas:

- En una primera parte, un texto y un pictograma incitarán a la escucha activa de un sonido que podrá ser un fonema, una palabra, una frase, una onomatopeya, etc.

- En una segunda parte, se observará y se escuchará una pregunta relativa al estímulo auditivo inicialmente percibido. Como opciones de respuesta a esta pregunta se podrá tener imágenes o botones con texto. Estas opciones constarán siempre de sonido (audio descriptivo, sonidos ambientales, etc.) y las denominaremos *fichas sonoras*.

Esta estructura de terapias aunque pueda parecer rígida, realmente cumple con todos los requisitos deseados. Por un lado, al tener siempre la misma arquitectura hará que el aprendizaje de la metodología que usa sea más fácil de aprender por parte de los usuarios. Por otro lado, al relacionar un sonido inicial con una pregunta posterior da una gran posibilidad de tipos de ejercicios. Dado un estímulo auditivo no sólo se puede solicitar reconocer de qué sonido se trataba sino que se puede preguntar sobre su intensidad, su relación con otros sonidos, si suena parecido o diferente a alguna de las opciones, etc.

Respecto a la gestión de niveles de la aplicación, cada terapia empezará con ejercicios sencillos y la dificultad irá en aumento según se vaya avanzando. Por ejemplo, se puede aumentar el número de opciones de respuesta, se puede tener opciones sin apoyo gráfico, el estímulo auditivo puede ser sólo un fonema, etc.

5. Desarrollo

En este apartado hablaremos de los pasos seguidos en la implementación del proyecto y comentaremos el por qué de las decisiones que hemos tomado.

Empezaremos indicando el entorno de trabajo utilizado, el lenguaje de desarrollo y la organización de los archivos del proyecto.

Continuaremos detallando en profundidad los distintos apartados que componen la aplicación. Además, comentaremos el trabajo adicional que se ha realizado en alguno de ellos, más allá de sólo la programación.

5.1. Entorno de trabajo

Para este proyecto hemos utilizado Eclipse junto al SDK de Android, lo que nos ha permitido tener un entorno robusto y con todas las librerías y funcionalidades necesarias para la programación en el sistema de Google.

Otra opción de entorno era Netbeans pero nos hemos decidido por Eclipse debido a su portabilidad y porque su plugin para Android (ADT - Android Development Tools) está más desarrollado que el del otro IDE.

El lenguaje empleado ha sido Java, que es el idioma principal de desarrollo en Android.

La estructura final de las carpetas del proyecto y sus archivos contenidos ha sido la siguiente:

- **Ability/AndroidManifest.xml:** Este es el fichero de configuración de la aplicación. En él hemos indicado que nuestro sistema usa permisos de lectura y escritura en memoria externa. Aquí también señalamos la versión mínima de la herramienta (*Req. 1 Funcional*) y todas las actividades de las que se compone. Cabe mencionar que todas las actividades se mostrarán en landscape.
- **Paquete es.uam.eps.tfg.ability:** Este es el paquete principal de la aplicación, donde tendremos las 14 clases Java mencionadas en el diseño.
- **Carpeta res/anim:** En la carpeta de recursos de la aplicación, tendremos otra destinada a las animaciones utilizadas en el proyecto. En este caso, esta carpeta contiene dos ficheros de animaciones: alpha.xml y rotation.xml.
- **Carpeta res/drawable:** En esta carpeta almacenaremos todas las imágenes que vayamos a utilizar. Además, guardaremos fichero XML que tendrán configuraciones personalizadas de elementos gráficos.

- **Carpeta res/layout:** Todos los ficheros de interfaz de las pantallas estarán en esta carpeta. Tendremos un fichero XML por cada pantalla del sistema.
- **Carpeta res/raw:** En este lugar estarán contenidos todos los ficheros de audio de la aplicación. Usaremos un total de 223 archivos.
- **Carpeta res/values:** Esta carpeta contendrá los archivos strings.xml, styles.xml y dims.xml. En ellos especificaremos constantes de texto, estilos propios definidos para determinadas vistas y tamaños de elementos varios.
- **Carpeta assets/fonts:** Aquí tendremos nuestro propio estilo de fuente (fuente.ttf) que usaremos en la aplicación.

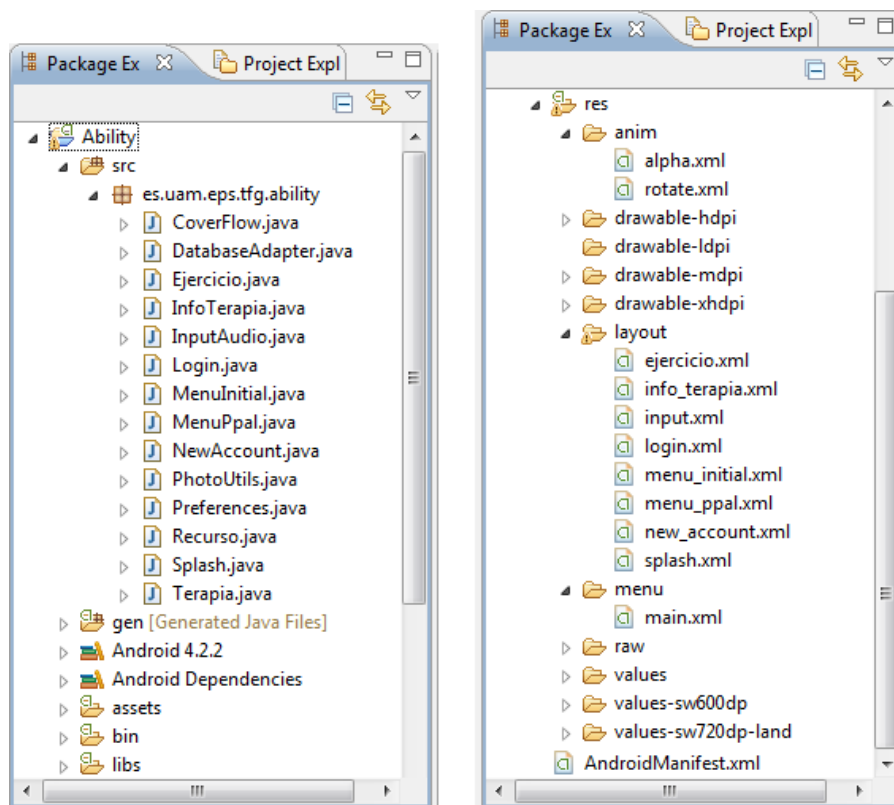


Figura 12 - Estructura de las carpetas y ficheros del proyecto

5.2. Apartados de la aplicación

En esta sección hablaremos de la implementación de las distintas pantallas de la aplicación. Daremos una breve descripción de la funcionalidad de cada una de ellas, del diseño de su interfaz y de la lógica utilizada.

Sobre la interfaz de las pantallas, hemos decidido usar ficheros XML que contengan el diseño visual de cada una. De este modo, separamos la lógica de la vista de la

aplicación, independizando la una de la otra.

A pesar de que Eclipse ofrece una paleta de componentes gráficas para la creación de interfaces, hemos decidido no utilizarla y programar nuestras propias componentes en XML. Así conseguimos ajustar el diseño a nuestras preferencias y obtenemos código más limpio.

5.2.1. Pantalla inicial

5.2.1.1. Descripción

Esta es la primera pantalla de la aplicación. En ella mostramos el logo de la Fundación Síndrome de Down de Madrid como referencia a la colaboración realizada con ella y como sello de calidad del trabajo.

5.2.1.2. Interfaz

El fichero relativo a la interfaz es el de *splash.xml*. En él simplemente tenemos un LinearLayout que contiene un ImageView.

Con el fin de utilizar una animación en el logo de la Fundación, hemos creado en la carpeta Ability/res/anim el fichero alpha.xml. En este fichero hemos definido una animación de desvanecimiento alfa.

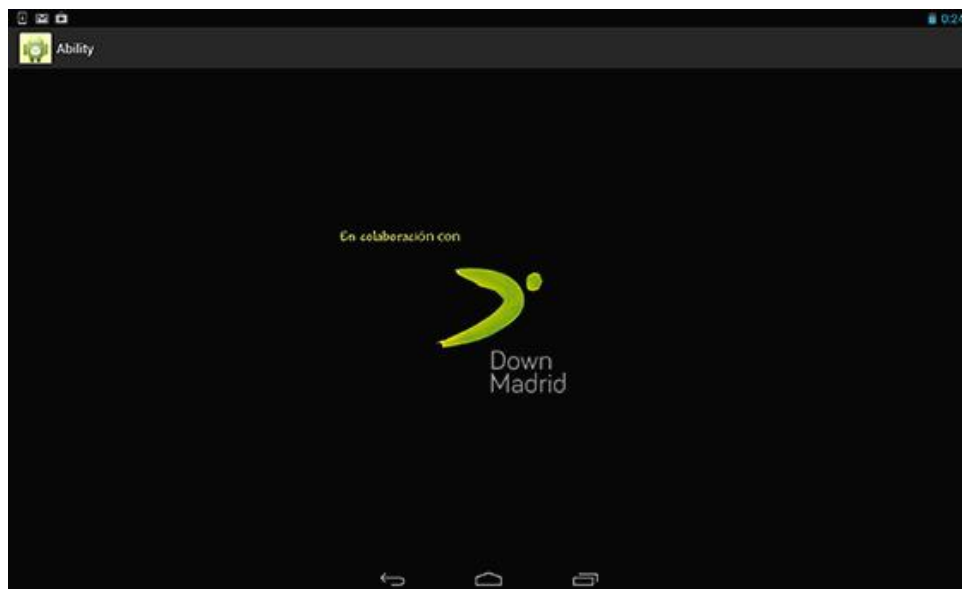


Figura 13 - Ability. Pantalla inicial

5.2.1.3. Lógica

La lógica de esta pantalla se encuentra en la clase *Splash.java*. Esta clase se encarga de obtener el ImageView y asignarle la animación creada. El listener del objeto Animation nos permitirá gestionar las acciones relacionadas con la animación.

Esta clase también se ocupa de la inicialización de la BBDD, que se dará siempre que la variable de BBDD_INI_KEY de las Preferencias tenga su valor por defecto.

5.2.2. Menú general

5.2.2.1. Descripción

Este es el menú general del sistema. En él observamos el logo de la aplicación y las cuatro opciones de acción posibles del usuario: Login, Nuevo Usuario, Resultados y Salir.

5.2.2.2. Interfaz

La interfaz de esta pantalla está definida en `menu_initial.xml`. En este fichero usamos varios `LinearLayouts`, a los que les hemos asignado pesos para mantener las proporciones de la posición de los elementos y no tener que depender, de este modo, de los distintos tamaños de las pantallas existentes. Esta técnica la aplicaremos al resto de interfaces de la herramienta.

A continuación, detallamos los componentes utilizados y sus características:

- Para el layout principal utilizamos una imagen de fondo, definida en `res/drawable`, llamada `fondo_app.png`. Este será el fondo por defecto que tendrán la mayoría de pantallas.
- Como logo de la aplicación usamos dos `ImageView`, uno con el nombre de la aplicación y otro con su ícono. Al segundo le hemos agregado una animación para que haga una media rotación de derecha a izquierda. La definición de esta animación se encuentra en `Ability/res/anim` en el fichero `rotate.xml`.
- El resto de los elementos son de tipo `Button`. Para personalizar estos botones, hemos creado un fichero XML de configuración de sus posibles estados. En `res/drawable` el archivo `boton1_states.xml` cambiará el fondo del botón en función de si está presionado o no.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<selector xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">
    <item android:state_pressed="true"
        android:drawable="@drawable/boton1_press"/>
    <item android:state_focused="true"
        android:drawable="@drawable/boton1_press"/>
    <item android:state_selected="true"
        android:drawable="@drawable/boton1_press"/>
    <item android:drawable="@drawable/boton1" />
</selector>
```



Figura 14 - Ability. Botones principales

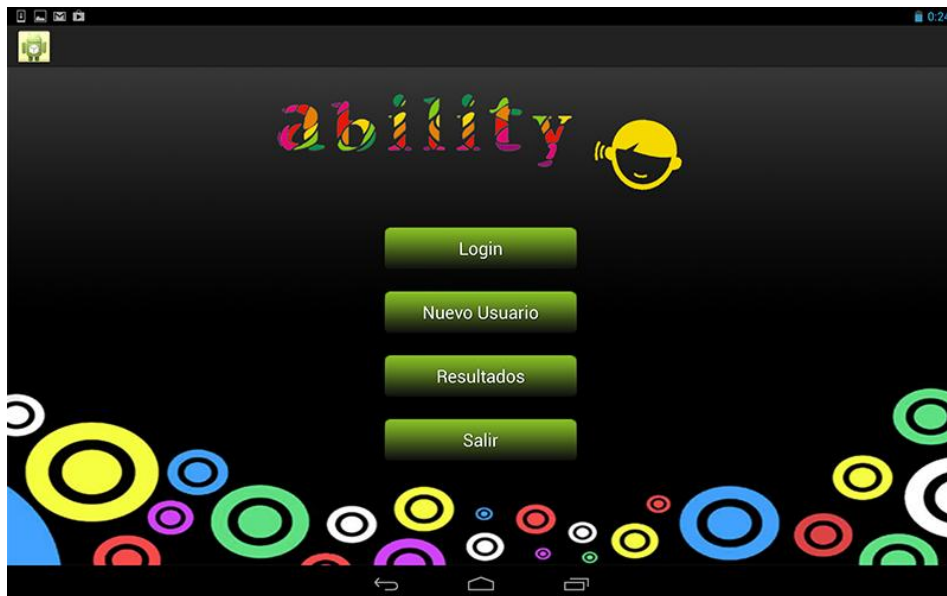


Figura 15 - Ability. Menú General

5.2.2.3. Lógica

Las distintas funcionalidades que ofrece esta pantalla se encuentran definidas en la clase *MenuInital.java* y son las siguientes:

- Gestiona la animación del ImageView de logo, de igual forma que la mencionada en la pantalla anterior.
- Al seleccionar la opción de Login o Nuevo Usuario crea la Activity asociada a dicha opción.
- Al seleccionar la opción de Resultados, la clase invoca a la función *exportarHistorial()*. Esta función accede a BBDD para leer de las tablas de Historial, Usuarios y Ejercicios (mediante un join) los campos de nombre de usuario, tipo de ejercicio, nombre de ejercicio, nivel de dificultad, fecha, duración y respuesta. Después, crea un archivo temporal de tipo CSV en el que almacena la información leída y, mediante un Intent.ACTION_SEND, envía dicho fichero CSV vía mail (*Req. 10 Funcional*).

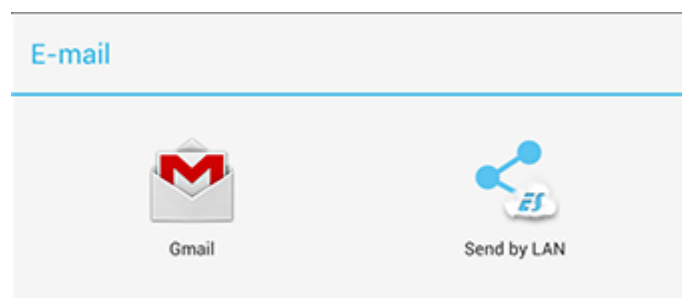


Figura 16 - Selección de exportación de datos

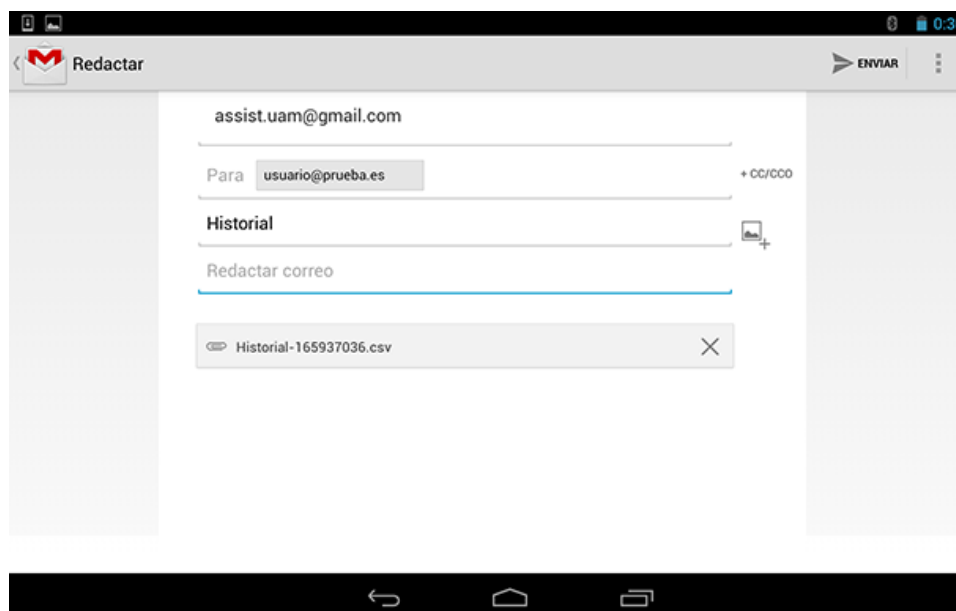


Figura 17 – Configuración de mensaje de exportación de datos

5.2.3. Nuevo Usuario

5.2.3.1. Descripción

Tal y como se solicita en el requisito funcional *Req. 2*, el sistema consta de una pantalla de alta de usuarios. En esta vista, el usuario debe rellenar los datos solicitados para proceder con su registro.

5.2.3.2. Interfaz

El fichero de interfaz de esta sección es el de `new_account.xml`. En él hemos utilizado layouts con el método de proporciones descrito anteriormente. Los componentes a destacar de la interfaz son:

- Labels con el nombre de los campos, de tipo `TextView`. Dado que el color, tamaño y orientación de esta componente va a ser siempre la misma, hemos definido esas características dentro del fichero `res/values/styles.xml`. De este modo, sólo tenemos que aplicar este estilo cada vez que lo necesitemos.
- Objetos `EditText` para la entrada de datos. Estos componentes también los hemos personalizado para darles un aspecto más agradable. En `res/drawable/round_corners.xml` usamos un selector con ítems de diferentes características por cada estado que posee el `EditText`. De este modo hemos conseguido un campo de esquinas redondeadas que, al ser pulsado, pone sus bordes en naranja.

- RadioButtons para la selección del género del usuario.
- ImageView que contendrá la imagen por defecto del usuario o la foto que desee agregar.
- Buttons varios con diferentes funcionalidades. Todos ellos tienen su propio archivo XML de configuración de estados para cambiar su vista al ser pulsados. Véase en `res/drawable` los ficheros `boton_camara_states.xml`, `boton_delete_states.xml` y `boton_date_states.xml`.



Figura 18 - Ability. Registro de usuario

5.2.3.3. Lógica

La clase `NewAccount.java` contiene la lógica de esta parte del sistema. Los métodos y funcionalidades que tiene son:

- **onCreate:** En esta función, propia de la Activity de Android, recuperamos las vistas a las que necesitamos acceder. Determinamos los listeners necesarios para los botones y asignamos un estilo de fuente personalizada a los TextView (distinta a las tres por defecto que tiene el SO).
- **Selección de género:** Mediante dos RadioButtons el usuario podrá elegir su sexo. Al seleccionar alguna opción se llamará al método `onCheckedChanged` que cargará una imagen por defecto según el sexo del usuario, siempre que no se haya cargado ya una foto propia.



Figura 19 - Ability. Imágenes por defecto del usuario

- **Calendario:** Para facilitar la introducción de la fecha de nacimiento se ha hecho uso de un DatePickerDialog. Cada vez que el usuario pulse el botón de fecha se mostrará un calendario y la fecha elegida en él se rellenará automáticamente en el campo correspondiente con el formato dd-mm-yyyy.

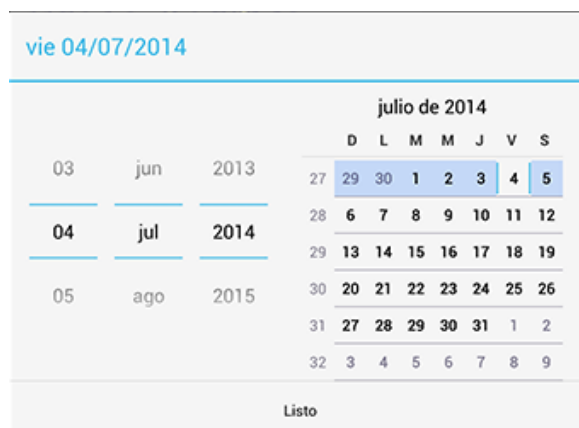


Figura 20 - DatePickerDialog

- **Agregar foto:** Si presionamos el botón con forma de cámara se mostrará un diálogo con dos opciones: Cámara y Galería. Al escoger alguna, se llamará al método *addPhoto* que recibirá el tipo de opción seleccionada. Según la opción solicitada creará un Intent con una acción o bien de tipo *MediaStore.ACTION_IMAGE_CAPTURE* o bien de tipo *Intent.ACTION_PICK*. En ambos casos se iniciará la actividad requerida con el método *startActivityForResult*. Por último, en *onActivityResult* se recuperará la imagen cargada y se asignará al *ImageView* de nuestra vista (*Req. 3 Funcional*).

- **Eliminar foto:** En caso de que el usuario no quiera guardar una foto cargada, con presionar el botón rojo de eliminar y la foto desaparecerá del ImageView. En su lugar se colocará la imagen por defecto según su sexo.
- **Guardar usuario:** Al pulsar el botón de aceptar, la aplicación realizará una serie de acciones. Primero comprobará que todos los campos están rellenos correctamente y, de ser así, empezará el registro de datos. Antes de guardar al usuario, guardará primero su foto (si hay alguna cargada) utilizando el método *guardarFoto*. Su código será:

```
public void guardarFoto() {
    ContextWrapper cw = new ContextWrapper(this);
    File dirImages = cw.getDir("dirImagenes", Context.MODE_PRIVATE);
    File myPath = new File(dirImages, foto_name + extension);
    Bitmap bitmap = (BitmapDrawable)foto.getDrawable().getBitmap();

    FileOutputStream fos = null;
    try{
        fos = new FileOutputStream(myPath);
        bitmap.compress(Bitmap.CompressFormat.JPEG, 100, fos);
        fos.flush();
    }catch (FileNotFoundException ex){
        ex.printStackTrace();
    }catch (IOException ex){
        ex.printStackTrace();
    }
}
```

Esta función se encarga de guardar la imagen en una carpeta privada de la aplicación que hemos creado. El nombre de la imagen, asignado en la variable *foto_name*, contendrá un identificador único por cada usuario (*Req.2 No funcional*).

Una vez guardada la foto del usuario, se procede al registro del mismo en la BBDD (*Req. 1 No funcional*) y se inicializa el valor de ID_KEY de las Preferencias con el identificador del usuario creado. Tras finalizar la operación, empezamos la actividad de Menú de ejercicios.

- **Cancelar:** Si se cancela la operación se finaliza la actividad y se vuelve a la pantalla del Menú general.

5.2.4. Login

5.2.4.1. Descripción

Esta pantalla muestra un carousel de las fotos de los usuarios y sus nombres para que puedan buscarse deslizándose por las imágenes y hacer login (*Req. 4 Funcional*).

5.2.4.2. Interfaz

El estilo de la interfaz se ha conseguido utilizando una galería especial de carousel de imágenes denominada Coverflow. En *login.xml* hemos agregado este elemento junto a un *TextView* en el que se mostrará el nombre del usuario. Por último, también hemos colocado dos botones de acción.



Figura 21 - Ability. Login

5.2.4.3. Lógica

Lo primero que hace la lógica de la aplicación, en *Login.java*, es llamar a la función *inicializarUsuarios*. Esta función se encarga de leer todos los usuarios de la BBDD y guardar en variables sus identificadores, nombres y rutas de fotos.

Cuando obtenemos estos datos, el segundo paso es inicializar y configurar los valores del *Coverflow*. Esta galería necesita un objeto de tipo *BaseAdapter* que determine los valores de las imágenes a mostrar, su forma de recuperarlas, etc. Por ello, dentro de la clase *Login* y siguiendo los ejemplos de uso de la galería, hemos creado una pequeña clase llamada *ImageAdapter* que extiende de *BaseAdapter*. Vemos:

```
public class ImageAdapter extends BaseAdapter {  
    private Context mContext;  
    private ArrayList<ImageView> mImages;  
  
    public ImageAdapter(Context c) {  
        String sexo, filePath;  
        mContext = c;  
        mImages = new ArrayList<ImageView> ();  
    }  
}
```

```

//Cogemos ruta de directorio de Imagenes
ContextWrapper cw= new ContextWrapper(mContext);
File dirImages = cw.getDir(dirImagenes, Context.MODE_PRIVATE);

for (int i=0; i < idUsers.size(); i++) {
    ImageView imageView = new ImageView(mContext);
    if (imgNames.get(i)==null) {
        db=new DatabaseAdapter(mContext);
        db.openForRead();
        sexo=db.getSexoUser(idUsers.get(i));
        db.close();

        if(sexo.equals(getResources().getString(R.string.hombre)))
            imageView.setImageResource(R.drawable.chico);
        else
            imageView.setImageResource(R.drawable.chica);
    }
    else {
        filePath= dirImages.toString()+barra+imgNames.get(i)+ext;
        imageView.setImageDrawable(Drawable.createFromPath(filePath));
    }
    imageView.setLayoutParams(new CoverFlow.LayoutParams(tamImagen,
tamImagen));
    imageView.setScaleType(ScaleType.CENTER_CROP);
    imageView.setAdjustViewBounds(true);
    mImages.add(imageView);
}

}

public int getCount() {
    return numUsers;
}

public Object getItem(int position) {
    return position;
}

public long getItemId(int position) {
    return position;
}

public View getView(int position, View convertView, ViewGroup parent){
    return mImages.get(position);
}

public float getScale(boolean focused, int offset) {
    return Math.max(0, 1.0f /((float) Math.pow(2, Math.abs(offset))));
}
}

```

El constructor de esta clase tiene por objetivo principal inicializar los valores de la lista *mImages*. Comenzamos recorriendo la lista de identificadores de usuario y por cada uno de ellos vemos si tenemos la ruta de su imagen. En caso de tenerla la recuperamos de la carpeta privada de imágenes de la aplicación. Si la ruta es *null*, quiere decir que el usuario usó las imágenes por defecto. De ser así, recuperaremos la imagen por defecto correspondiente a su sexo. En ambos casos, añadiremos la imagen recuperada a la lista *mImages*.

Una vez tenemos estos datos, sólo nos queda establecer el listener del Coverflow para que muestre la foto de los usuarios juntos a sus nombres de forma dinámica y con efectos aplicados.

Cuando un usuario presiona el botón de aceptar para hacer login, su identificador se guarda en ID_KEY de la clase de Preferencias. Así mismo, en caso de no tener la información de los niveles alcanzados en cada tipo de las tres terapias por dicho usuario, leemos esos datos de base de datos y los guardamos también en las Preferencias. Tras finalizar el registro de datos pasamos a la pantalla de Menú de Ejercicios.

Si se cancela la operación de login, volveríamos al Menú general.

5.2.5. Menú de ejercicios

5.2.5.1. Descripción

Esta vista posee dos partes diferenciadas. Por un lado la parte superior muestra distintos datos del usuario como su nombre, foto y su nivel general en la aplicación. Este nivel representará el número de ejercicios realizados por el usuario con independencia de su resultado.

Por otro lado, la parte inferior-central de la pantalla mostrará las tres opciones de terapia que tenemos. Se verá sus nombres y una imagen característica.

5.2.5.2. Interfaz

Para la parte relacionada con la información del usuario, en *menu_ppal.xml*, tendremos un ImageView con su foto, un TextView con su nombre y una ProgressBar. Esta barra de progreso nos servirá como indicador de nivel. Lo que hemos hecho ha sido personalizarla para mostrarla como un recuadro con estrellas que se irán rellenando según se vayan completando los ejercicios de la aplicación. Para esto, hemos definido su drawable en el fichero *res/drawable/progressbar.xml*. Vemos:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<layer-list xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android" >

    <item android:id="@android:id/progress">
        <clip>
            <shape>
                <corners android:radius="8dip"/>

                <gradient
                    android:angle="0"
                    android:endColor="#61e000"
                    android:centerColor="#ff8900"
                    android:startColor="#ffff00"/>
            </shape>
        </clip>
    </item>
</layer-list>
```

```

        </clip>
    </item>

    <item android:drawable="@drawable/star_bar"/>
</layer-list>

```

Para la parte de los ejercicios tenemos unos ImageButtons y unos TextViews con los nombres de los ejercicios. Para poder darle un efecto de botón presionable a los ImageButtons hemos definido su *background* en el fichero *res/drawable/imageButton_states.xml*. En este XML definimos que cuando el botón sea pulsado se usará el drawable de *res/drawable/borders.xml*. En este otro archivo lo que tenemos es un elemento *shape* que, con diversos atributos, nos permitirá dar un borde verde y redondeado a los botones.

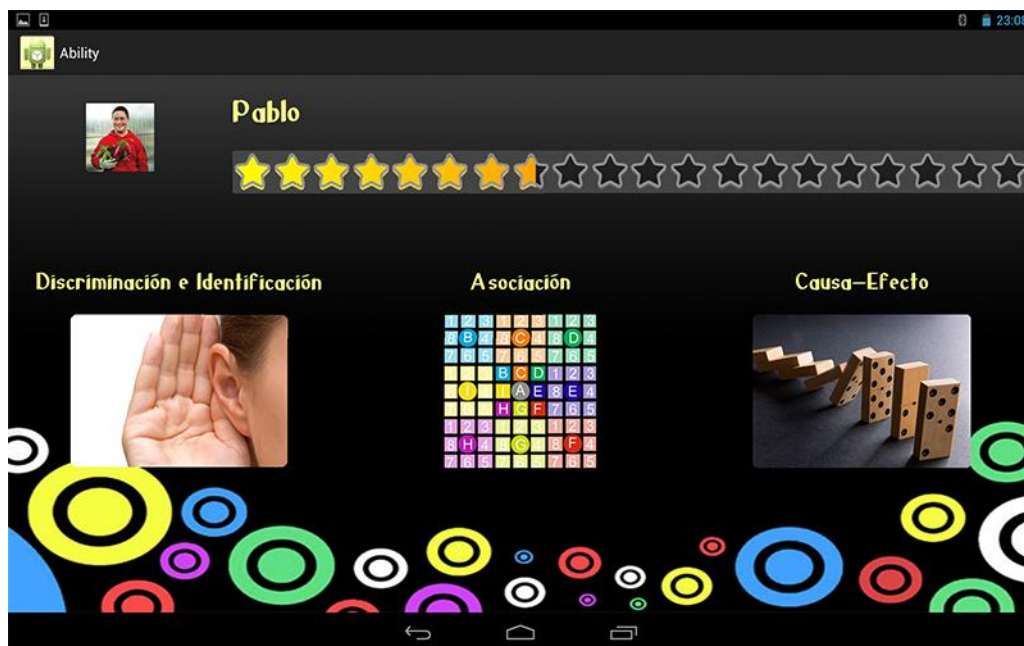


Figura 22 - Ability. Menú de Ejercicios

5.2.5.3. Lógica

Para la lógica de este apartado usaremos en la clase *MenuPppal.java* las siguientes funciones:

- **onCreate:** En esta función recuperamos las vistas con las que vamos a trabajar. Llamaremos, además, a la función de inicialización de la información del usuario, de la carga de su foto y de la carga de su barra de progreso.
- **inicializarValores:** Esta función, con el identificador del usuario guardado en Preferencias, leerá de la base de datos el nombre del usuario y la ruta de su foto para usarlos en las vistas correspondientes.

- **cargarFoto:** Este método se encarga de leer la imagen del usuario, según su ruta, de la carpeta privada de imágenes de la aplicación. En caso no tener una ruta, se recupera la imagen por defecto correspondiente. En ambos casos, la foto del usuario se escala y se le asigna al ImageView de la vista.
- **getProgress:** Esta función calcula el progreso total del usuario en la herramienta, sumando los niveles que haya completado en cada terapia y comparando el resultado con el total de número de ejercicios. El porcentaje resultante se le asigna a la ProgressBar (*Req. 8 Funcional*).
- **onClick:** Cuando el usuario elija alguna de las terapias, se iniciará la actividad relativa a la muestra de información de dicha terapia. Tanto el tipo de terapia seleccionado como el nivel alcanzado en ella se guardarán en las Preferencias.

5.2.6. Información de Terapia

5.2.6.1. Descripción

Esta pantalla sirve como introducción a la terapia que se vaya a iniciar. Se encarga de informar, textual y oralmente, el objetivo de los ejercicios y lo que el usuario deberá hacer.

5.2.6.2. Interfaz

La interfaz es sencilla. En *infoTerapia.xml* se tendrá unos TextViews con el nombre e información de la terapia. También se tendrá un botón para avanzar de pantalla.

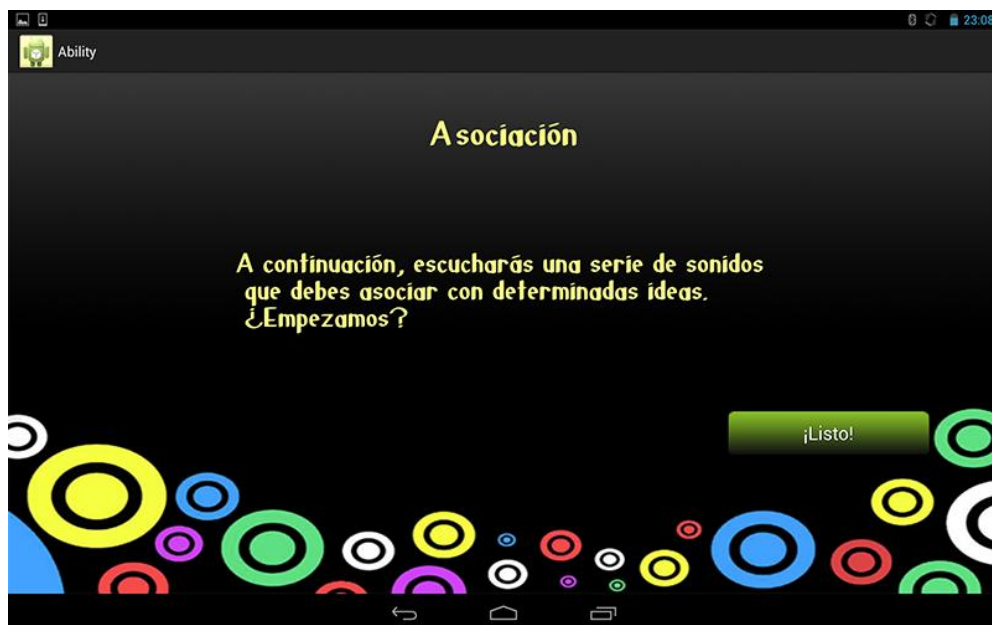


Figura 23 - Ability. Información de Terapia

5.2.6.3. Lógica

La clase *MenuPpal.java* se encarga de recuperar de *strings.xml* la información de la terapia y de recuperar de la carpeta *res/raw* el identificador del archivo de audio que pasarle al objeto *MediaPlayer*. Para ello, nos ayudaremos de la nomenclatura dada a los ficheros y constantes de la aplicación. Nos bastará con concatenar el identificador de tipo de terapia guardado en Preferencias a las cadenas “string” y “sound” para obtener los valores buscados de los directorios respectivos.

Una vez el usuario haya escuchado la información de la terapia, podrá pulsar el botón de la pantalla para continuar. La acción asociada a este botón nos lleva a la siguiente actividad de Input de ejercicio.

5.2.7. Input de ejercicio

5.2.7.1. Descripción

Esta pantalla es la primera parte de un ejercicio. Se caracteriza por emitir un estímulo auditivo que el usuario deberá escuchar atentamente ya que en la segunda parte del ejercicio se le hará una pregunta relativa a ese audio.

5.2.7.2. Interfaz

La interfaz definida en *input.xml* contiene un *TextView* y un *ImageView* con un pictograma de escucha que servirán para incitar la atención del usuario al audio. Además, se mostrará una barra de progreso del audio y dos botones de acción bien visibles (*Req. 3 No funcional*).



Figura 24 - Ability. Pantalla de ejercicio (Parte 1)

5.2.7.3. Lógica

Las funciones utilizadas en la lógica de esta pantalla las encontramos en *Input.java* y son las siguientes:

- **onCreate:** Este método se encargará de llamar a la función de inicialización del sonido del ejercicio e inicializará un elemento de tipo *SeekBar* que nos servirá para ver el progreso de la reproducción del audio (*Req. 6 Funcional*). Además, definiremos un objeto *Runnable* que nos permitirá crear un hilo para la actualización de la barra de sonido.
- **initializeInputSound:** Con el tipo de terapia y el nivel del ejercicio, recuperados de las Preferencias de la aplicación, leemos de la base de datos el campo de *input* del ejercicio actual. Con la ruta obtenida en él definimos nuestro objeto *MediaPlayer*.
- **seekUpdation:** Esta función se llamará de forma casi continua por el método *run()* del objeto *Runnable*. Su objetivo es ir actualizando la barra de progreso del sonido según el avance del mismo.
- **onClick:** Según el botón pulsado tendremos dos acciones posibles. Si se pulsa el botón azul se volverá a reproducir el sonido del ejercicio (*Req. 5 Funcional*). Si pulsamos el botón verde se procederá a avanzar a la segunda parte del ejercicio. Cabe destacar que esta relación de colores con las acciones posibles de los botones (Azul=repetir, Verde=avanzar) se hace para favorecer la facilidad del uso de las pantallas.

5.2.8. Desarrollo de ejercicio

5.2.8.1. Descripción

Esta pantalla muestra la segunda parte del ejercicio de la aplicación. En ella vemos y oímos el enunciado del ejercicio relativo al audio escuchado anteriormente. Además vemos las opciones de respuesta posibles (fichas sonoras).

5.2.8.2. Interfaz

En el fichero *ejercicio.xml* tenemos un *TextView* en el que se colocará el enunciado del ejercicio y, a su derecha, tendremos un botón de salida para cuando el usuario quiera parar su actividad.

En la parte central tendremos varios *ImageButtons* en el que irán las fichas sonoras del ejercicio y en la parte lateral derecha tendremos dos botones de acción (repetir sonido

y comprobar respuesta).



Figura 25 - Ability. Pantalla de ejercicio (Parte 2). Opciones gráficas

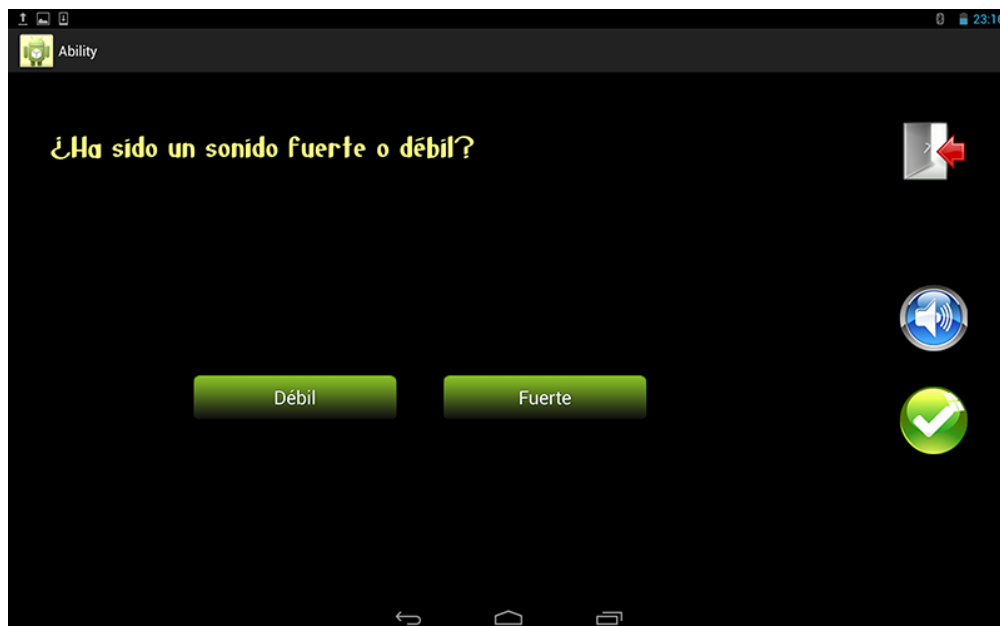


Figura 26 - Ability. Pantalla de ejercicio (Parte 2). Opciones textuales

5.2.8.3. Lógica

Esta parte es la principal del sistema y tiene diversas funcionalidades para cumplir con los requisitos del mismo. En *Ejercicio.java* tenemos los siguientes métodos principales:

- **onCreate:** Como en apartados anteriores, aquí inicializamos valores y vistas de la clase. En este caso llamamos a la función de *inicializarTerapia* y a la de

inicializarOpciones. Una vez configurados estos valores, la clase reproducirá el enunciado del ejercicio. No se podrá seleccionar ninguna opción de respuesta hasta que no haya terminado de reproducirse el enunciado.

- **inicializarTerapia:** Con el tipo de terapia y el nivel del ejercicio, recogidos de las Preferencias, obtenemos de la base de datos los valores que definen un ejercicio y los asignamos a una variable de clase *Terapia*.
- **inicializarOpciones:** Dado que se puede tener un número variable de opciones de un ejercicio y que podrán ser tanto gráficas como textuales (*Req. 7 Funcional*) utilizaremos esta función para cargar en las vistas el número y tipo correcto de ellas.
- **onClick:** Una vez se seleccione una respuesta, se obtendrá el identificador del sonido asociado a esa opción y se guardará en una variable para usarlo en la comprobación de respuesta. Después, se reproducirá el sonido de la opción seleccionada y se llamará a la función *setPressed* para dejar marcada la respuesta elegida.
Si se presionara el botón azul, como hemos observado en la primera parte del ejercicio, se volvería a repetir el estímulo auditivo base de la pantalla anterior. Si se pulsa el botón de salir, se finalizaría esta pantalla y se volvería al Menú de ejercicios.
Por último, si se pulsa el botón verde para comprobar la respuesta marcada, se llama a la función *checkEjercicio*.
- **setPressed:** Esta función establece el valor *setSelected* a *true* del botón, cuyo identificador recibe como parámetro. De este modo, forzamos a que la opción se quede marcada. Para el resto de botones el valor de *setSelected* pasa a *false*.
- **checkEjercicio:** Esta función compara el identificador del sonido de respuesta del ejercicio con el asociado a la opción seleccionada por el usuario, calcula el tiempo que se ha tardado en realizar la tarea y aumenta el nivel del usuario. Toda esta información se almacena de manera automática en la tabla de Historial de la BBDD (*Req. 9 Funcional*). Por último, el método muestra un diálogo con la información de la solución del ejercicio y da dos opciones: Salir y Siguiente. La primera opción termina la actividad y la segunda llama a la función *nextEjercicio*.
- **nextEjercicio:** Este método comprueba si quedan más ejercicios por realizar. En caso positivo, crea una actividad de un ejercicio nuevo, pero en caso contrario se informa al usuario de ello y se vuelve a la pantalla de Menú de ejercicios.

5.3. Definición de ejercicios

Una importante parte de este proyecto se ha centrado en la investigación y elaboración de los ejercicios relativos a las terapias auditivas a utilizar en la aplicación.

Los ejercicios que se proponen son el resultado de una búsqueda intensa de actividades terapéuticas como las definidas en los libros de Warren Estabrooks [14], las propuestas en ARASAAC [15], las utilizadas en las Terapias Auditivo Verbales y las mencionadas en artículos varios.

Sobre terapias de Causa - Efecto se ha encontrado escasos ejemplos para jóvenes. Por este motivo, para este tipo de terapia hemos creado nuestros propios ejercicios, los cuales tienen relación con actividades cotidianas.

Se recomienda que la familia participe en la creación de un entorno auditivo al usar la aplicación y que establezcan una organización en el desarrollo de los ejercicios. Conviene hacer unos pocos tres días a la semana y en el tiempo entre medias de ellos seguir reforzando y repitiendo los estímulos trabajados.

Los 76 ejercicios propuestos de la aplicación *Ability* han sido revisados, adaptados y aprobados por las logopedas de la Fundación Síndrome de Down de Madrid. Dentro de cada tipo de terapia están ordenados por dificultad creciente, la cual podemos notar el tipo de enunciado que tengan, el número de opciones, el tipo de las opciones, etc.

5.3.1. Terapia 1: Identificación y Discriminación auditiva

Como mencionamos en el apartado de Análisis del proyecto, en este tipo de terapia el objetivo es estimular la capacidad de los jóvenes de reconocer estímulos auditivos. Asimismo, buscamos reforzar la habilidad de establecer diferencias entre sonidos, trabajando aspectos suprasegmentales (entonación, acento, ritmo y cualidades de la voz) y aspectos segmentales de ellos.

Esta terapia consta de 39 ejercicios organizados en 10 grupos diferentes.

5.3.1.1. Discriminación de onomatopeyas

Input	Enunciado	Opciones
Mugido de vaca	¿Qué animal hace este sonido?	Oveja - Vaca
Gruñido de cerdo	¿Qué animal hace este sonido?	Cerdo - Pato
Cantar del gallo	¿Qué animal hace este sonido?	Gallo - Gato

Tabla 2 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 1

5.3.1.2. Sonidos fuertes vs Sonidos débiles

Input	Enunciado	Opciones
Sonido de pájaros	¿Ha sido un sonido fuerte o débil?	Fuerte - Débil
Sonido de un disparo	¿Ha sido un sonido fuerte o débil?	Fuerte - Débil
Llamar a la puerta suave - Llamar a la puerta fuerte	¿Qué sonido era más fuerte?	Sonido 1 - Sonido 2

Tabla 3 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 2

5.3.1.3. Sonidos ambientales

Input	Enunciado	Opciones
Sonido de aves	¿Qué has escuchado?	Aves - Grillos
Sonido de viento	¿Qué has escuchado?	Lluvia - Viento
Sonido de la noche	¿Qué momento del día es?	Día - Noche

Tabla 4 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 3

5.3.1.4. Sonidos del cuerpo

Input	Enunciado	Opciones
Sonido de susto	¿Qué hacía esta persona?	Susto - Risas
Sonido de silbar	¿Qué hacía esta persona?	Bostezar - Silbar
Sonido de beber	¿Qué hacía esta persona?	Roncar - Beber - Comer
Sonido de toser	¿Qué hacía esta persona?	Estornudar - Sonarse - Toser

Tabla 5 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 4

5.3.1.5. Sonidos de la casa

Input	Enunciado	Opciones
Sonido de sillas	¿Qué objeto de la cocina produce este sonido?	Agua grifo - Sillas - Microondas
Sonido de agua del grifo	¿Qué objeto de la cocina produce este sonido?	Agua grifo - Sillas - Microondas
Sonido de microondas	¿Qué objeto de la cocina produce este sonido?	Agua grifo - Sillas - Microondas

Sonido de váter	¿Qué objeto del baño produce este sonido?	Cepillo de dientes - Váter - Secadora
Sonido de secadora	¿Qué objeto del baño produce este sonido?	Cepillo de dientes - Váter - Secadora
Sonido de cepillarse los dientes	¿Qué objeto del baño produce este sonido?	Cepillo de dientes - Váter - Secadora

Tabla 6 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 5

5.3.1.6. Empiezan por...

Discriminamos fonemas /f/,/b/.

Input	Enunciado	Opciones
FAL	¿Qué palabra empieza por FAL?	Falda - Fantasma
BAL	¿Qué palabra empieza diferente a BA?	Bata - Gata - Batería

Tabla 7 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 6

5.3.1.7. Terminan en...

Input	Enunciado	Opciones
Camión	¿Qué palabra termina igual que CAMIÓN?	Avión - Tambor
Bañador	¿Qué palabra termina igual que BAÑADOR?	Soldado - Árbol - Contenedor

Tabla 8 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 7

5.3.1.8. Discriminación de pares mínimos

Discriminamos fonemas /g/ de /b/, /f/ de /b/, sonido /plu/ de /pu/, /f/ de /p/, /p/ de /m/, /b/ de /c/ y /t/ de /p/.

Input	Enunciado	Opciones
Gorra	¿Qué has escuchado?	Borra - Gorra
Foca	¿Qué has escuchado?	Foca - Boca
Pluma	¿Qué has escuchado?	Pluma - Puma
Puente	¿Qué has escuchado?	Fuente - Puente
Maleta	¿Qué has escuchado?	Paleta - Maleta
Cocina	¿Qué has escuchado?	Bocina - Cocina
Golpear	¿Qué has escuchado?	Gotear - Golpear

Tabla 9 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 8

5.3.1.9. Rimas y pareados

Palabras con el mismo patrón suprasegmental pero con composición vocálica y consonántica diferente.

Input	Enunciado	Opciones
Palmera	¿Qué palabra suena como PALMERA?	Pantera - Valle
Maletín	¿Qué palabra suena distinta a MALETÍN?	Botiquín - Timbre - Calcetín

Tabla 10 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 9

5.3.1.10. Detectar fonemas iguales o diferentes

Discriminamos /r/ de /l/, /r/ de /n/, /c/ de /t/, /k/ de /t/.

Input	Enunciado	Opciones
Hora - Ola	¿Son iguales o diferentes?	Iguales - Diferentes
Pela - Pera	¿Son iguales o diferentes?	Iguales - Diferentes
Hada - Hada	¿Son iguales o diferentes?	Iguales - Diferentes
Cura - Cuna	¿Son iguales o diferentes?	Iguales - Diferentes
Corre - Torre	¿Son iguales o diferentes?	Iguales - Diferentes
Estanque - Estante	¿Son iguales o diferentes?	Iguales - Diferentes
Caza - Caza	¿Son iguales o diferentes?	Iguales - Diferentes

Tabla 11 - Identificación y Discriminación auditiva. Ejercicio 10

5.3.2. Terapia 2: Asociación auditiva

El objetivo de esta terapia es estimular la capacidad de asociar un estímulo auditivo con algún elemento, una idea, un referente, etc. Establecer estas relaciones ayuda a comprender que sonidos diferentes tienen diferentes significados y ayuda a crear impresiones auditivas.

De los diversos ejercicios existentes de asociación auditiva, se han seleccionado aquellos que más se adecuan al formato de las terapias de la aplicación.

Se proponen 27 ejercicios de este tipo, agrupados en 7 categorías.

5.3.2.1. Asociación onomatopeyas-imagen

Input	Enunciado	Opciones
Sonido de estornudo	¿Qué hacía esta persona?	Toser - Estornudar
Sonido de aplausos	¿Qué hacía esta persona?	Llorar - Aplaudir
Sonido de reloj	¿Qué objeto has escuchado?	Reloj - Lavadora
Sonido de tren	¿Qué medio de transporte has escuchado?	Taxi - Tren

Tabla 12 - Asociación auditiva. Ejercicio 1

5.3.2.2. Completar frases

Input	Enunciado	Opciones
Los peces viven en...	¿Dónde viven?	El mar - El bosque
Ana cruzó el río en...	¿En qué cruzó?	Una barca - Un auto
Como no había leche en casa, Pedro fue a comprarla...	¿A dónde fue a comprarla?	Al supermercado - A la panadería

Tabla 13 - Asociación auditiva. Ejercicio 2

5.3.2.3. Imagen y sonido relacionados

Input	Enunciado	Opciones
CABEZA	¿Qué tiene relación con la CABEZA?	Un sombrero - Unos guantes
LUNA	¿Qué tiene relación con la LUNA?	El día - Las estrellas
INSTITUTO	¿Qué tiene relación con el INSTITUTO?	Libros - Flores
AMOR	¿Qué tiene relación con AMOR?	Felicidad - Enfado

Tabla 14 - Asociación auditiva. Ejercicio 3

5.3.2.4. Asociación de frases e imágenes

Dada una narración de frase con género y número, se deberá escoger la imagen acorde a la misma.

Input	Enunciado	Opciones
Las manzanas están sobre la mesa.	¿Qué imagen corresponde con la narración?	Varias manzanas en la mesa - Una manzana en la mesa

La enfermera de cabello rubio sonríe.	¿Qué imagen corresponde con la narración?	Enfermera de cabello negro sonriendo - Enfermera de cabello rubio sonriendo
Ellos juegan en el parque	¿Qué imagen corresponde con la narración?	Niños jugando en el parque - Niñas jugando en el parque
El gato duerme sobre el sofá.	¿Qué imagen corresponde con la narración?	Gato durmiendo sobre el sofá - Gato durmiendo debajo del sofá.

Tabla 15 - Asociación auditiva. Ejercicio 4

5.3.2.5. Asociar si empieza/contiene/termina en...

Input	Enunciado	Opciones
ES	¿Qué objeto empieza diferente a ES?	Estrella - Escoba - Manzana
RA	¿Qué objeto termina por RA?	Tetera - Panda - Cartera
PLE	¿Qué objeto contiene PLE?	Emperador - Empleado
BU	¿Qué objeto contiene BU?	Embrujo - Embudo

Tabla 16 - Asociación auditiva. Ejercicio 5

5.3.2.6. Palabra encadenadas

Input	Enunciado	Opciones
DADO	Encadena la palabra DADO	Domador - Borrador
DOMADOR	Encadena la palabra DOMADOR	Tornado - Dormido

Tabla 17 - Asociación auditiva. Ejercicio 6

5.3.2.7. Semejanzas y diferencias entre sonidos

Input	Enunciado	Opciones
Boda	Encuentra la misma palabra	Boda - Bola
Celo	Encuentra la misma palabra	Cero - Celo
Piña	Encuentra la misma palabra	Pilla - Piña
Ballena	Encuentra la misma palabra	Bañera - Ballena

Ducha	Encuentra la misma palabra	Ducha - Lucha
Calla	Encuentra la misma palabra	Calla - caña

Tabla 18- Asociación auditiva. Ejercicio 7

5.3.3. Terapia 3: Causa - Efecto

Este último bloque de terapias es de gran importancia ya que los jóvenes con Down no suelen prestar especial atención al efecto de determinados sonidos, los cuales podrían estar indicando algún evento, avisando de un peligro, etc. Por ello, se proponen varios ejercicios que puedan servirle a los jóvenes en los aspectos más importantes del día a día.

Hemos desarrollado 10 ejercicios de este tipo. Vemos:

Input	Enunciado	Opciones
Freno brusco de coche y colisión	Si estamos en la carretera y escuchamos este sonido, lo más probable es que se trate de...	Accidente de coche - Avión
Final de concierto de música	Al terminar un concierto de música muy bueno, escuchamos...	Abucheos - Aplausos
Sirena de ambulancia	Si escuchas este sonido y estás en un cruce de peatones, debes...	Cruzar la calle - No cruzar
Sonido de váter	Tras escuchar este sonido debemos...	Lavarnos las manos - Salir del baño
Trueno	Este sonido nos avisa que...	Va a llover - Va a salir el sol
Cafetera hirviendo	En la cocina, al escuchar este sonido sabemos que...	El café debe seguir en el fuego - El café está listo para servir
Timbre	Si escuchamos este sonido, debemos comprobar si...	Llaman por teléfono - Llaman a la puerta
Motosierra	En un parque, este sonido nos indica que...	Hay animales salvajes - Están cortando un árbol
Alarma de metro (tren)	Tras escuchar este sonido, sabemos que...	No debemos entrar ni salir del tren - Podemos entrar y salir del tren
Alarma de incendio	Tras escuchar este sonido, sabemos que...	Debemos seguir en el edificio - Debemos salir del edificio

Tabla 19 - Causa - Efecto. Ejercicios

5.4. Creación de Fichas sonoras

Como hemos podido observar, una característica importante de las terapias de la aplicación es que hacen uso de lo que hemos denominado Fichas sonoras. Estas fichas son una composición de elementos multimedia que ofrecen una estimulación multisensorial. Por un lado, son imágenes con un texto asociado y, por otro lado, al seleccionarlás reproducen un sonido. La aplicación hace uso de 135 fichas sonoras.

La parte visual de estas fichas emplea imágenes reales, evitando caricaturas infantiles, ya que los ejercicios van dirigidos a jóvenes. También tienen un texto corto y descriptivo. Para la edición de las 135 imágenes hemos usado Adobe Photoshop CS6.

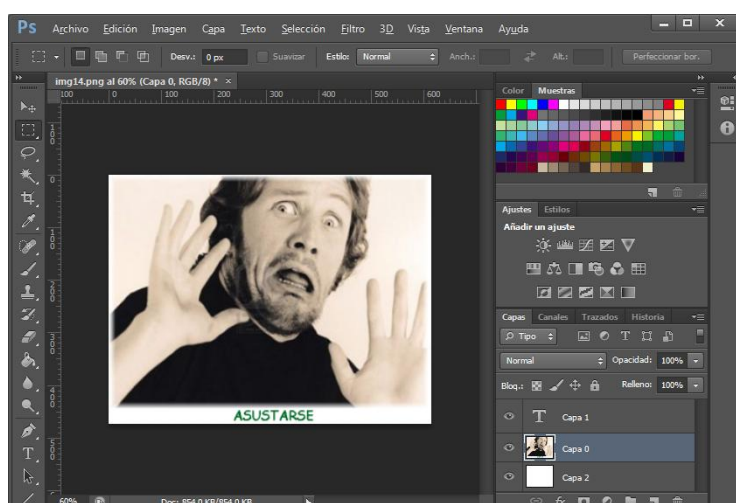


Tabla 20 - Fichas sonoras. Edición de imágenes

Respecto al audio asociado de las fichas, pueden ser bien onomatopeyas o bien descripciones de las imágenes. Para las onomatopeyas hemos utilizado recursos que hemos encontrado en internet pero para las descripciones, al ser más específicas, hemos grabado nuestras propias nota de voz. El uso de un sintetizador de audio quedó descartado al no ofrecer plenamente las características suprasegmentales de la voz. Para la edición de los 223 archivos de audio que utiliza la aplicación en general, hemos utilizado la herramienta WavePad de NCH Swift Sound Software.

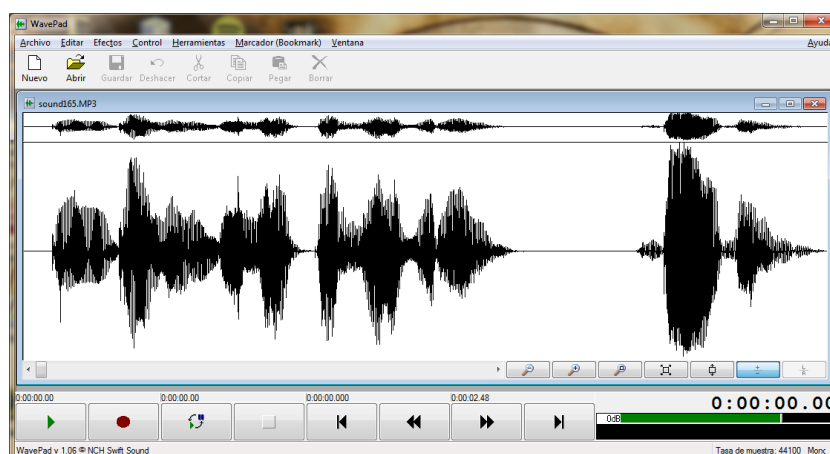


Tabla 21 - Fichas sonoras. Edición de audio

6. Pruebas

Para probar la aplicación se dispuso de tres sesiones de pruebas con alumnos de las terapias logopédicas de la Fundación Síndrome de Down.

Dado que el número de sesiones y de alumnos en ellas era muy reducido, el objetivo que se fijó para estas pruebas fue medir el nivel de aceptación de los usuarios con la herramienta, la adaptación de las terapias al ritmo de cada usuario, el cumplimiento del objetivo de las que pudiéramos probar, entre otros aspectos.

Para unas pruebas completas de la herramienta necesitaríamos una organización de trabajo mayor, ya que el aprendizaje y estimulación de la audición requiere un proceso largo y constante de aplicación de terapias.

Lo ideal hubiera sido poder contar con unas doce sesiones de pruebas y con el apoyo de las logopedas de la Fundación o de los familiares de los alumnos para el refuerzo comunicativo en los tiempos entre medias de ellas. Además, hubiéramos necesitado realizar una prueba final para poder medir el aprendizaje real que hubieran supuesto los ejercicios.

En todo caso, el resultado de las pruebas no depende exclusivamente de la herramienta desarrollada ni de la metodología de los ejercicios. Factores como la motivación, interacción y participación de los usuarios influyen en el aprendizaje de los estímulos. También hay que considerar el grado de pérdida auditiva que puedan tener, el uso de dispositivos de amplificación (audífono o implante coclear) y otros problemas comunicativos.

A continuación, mostramos las pruebas realizadas organizadas por el orden en que se aplicaron a los usuarios.

6.1. Primera Prueba

La primera prueba realizada se hizo con Wilson. Este alumno presentaba las características de que usaba unas prótesis retroauriculares, las cuales son unas prótesis que se colocan sobre el pabellón de la oreja. Además, este alumno tiene una hipoacusia media, lo que quiere decir que un déficit auditivo entre 40 y 60 dB HL y que le cuesta entender el habla sin el uso de sus prótesis.

Al ser el primer usuario, con él decidimos hacer una prueba previa de la aplicación. Decidimos mostrarle algunos estímulos auditivos de las terapias pero sin el soporte de la tablet. Sólo al final le mostramos la aplicación y realizamos algunos ejercicios de ejemplos para conocer su grado de aceptación del sistema, sus comentarios, observaciones, etc.

A user profile card for Wilson, designed to look like a spiral-bound notebook page. It features a black silhouette of a man on the left. To the right, the following information is listed: Name: Wilson, Age: 21, Sex: Hombre, and Communicative Problem: Retroauricular Prosthesis and Moderate Hearing Loss.

	Nombre:	Wilson
	Edad:	21
	Sexo:	Hombre
	Problema comunicativo:	Prótesis retroauriculares Hipoacusia media

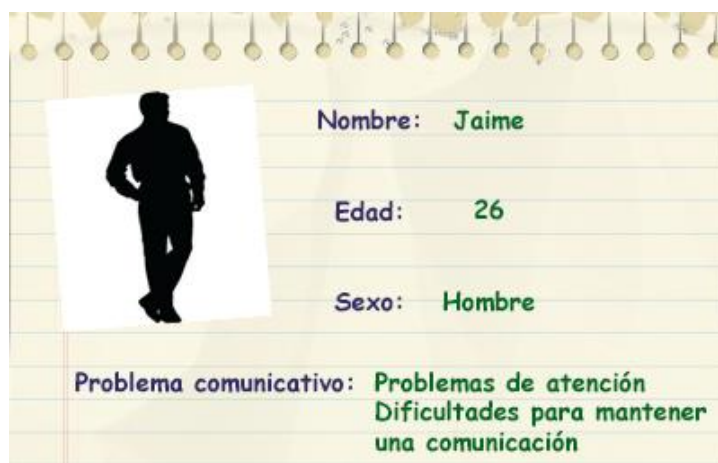
Figura 27 - Ficha de primer usuario

6.2. Segunda Prueba

Para la segunda prueba contamos con el usuario Jaime. La recomendación que nos dieron las terapeutas sobre él era insistir mucho en la comunicación ya que él tenía dificultades tanto para empezarla como para mantenerla. Además, Jaime presentaba problemas de atención, así que no sabíamos cuán pendiente iba a estar en la realización de los ejercicios.

Empezamos realizando unas pruebas previas con él al estilo que en el caso de Wilson. El objetivo de esto es medir los cambios y la forma de trabajar cuando se usan estímulos auditivos con y sin la herramienta Ability.

Después, para potenciar precisamente su atención, decidimos probar con él las terapias de tipo Causa - Efecto, en las que hay que estar atentos tanto al sonido como a las consecuencias que nos pueda indicar que vaya a tener.

A user profile card for Jaime, designed to look like a spiral-bound notebook page. It features a black silhouette of a man on the left. To the right, the following information is listed: Name: Jaime, Age: 26, Sex: Hombre, and Communicative Problem: Attention Problems and Difficulties to maintain communication.


	Nombre:	Jaime
	Edad:	26
	Sexo:	Hombre
	Problema comunicativo:	Problemas de atención Dificultades para mantener una comunicación

Figura 28 - Ficha de segundo usuario

6.3. Tercera Prueba

El caso de Juan, nuestro tercer usuario, es muy interesante. En principio, no tiene ningún problema auditivo específico más allá del relativo al Síndrome de Down. Sin embargo, tiene serios problemas al hablar con claridad. La forma de expresar los sonidos es muy difícil de entender.

Con él decidimos hacer una prueba previa de la aplicación para después pasar a realizar ejercicios del tipo Causa - Efecto.

A user card for Juan, designed to look like a piece of lined paper with a spiral binding at the top. On the left side, there is a white rectangular area containing a black silhouette of a man standing with his hands on his hips. To the right of this area, the following information is written in green text: 'Nombre: Juan', 'Edad: 22', and 'Sexo: Hombre'. At the bottom of the card, the text 'Problema comunicativo: Grave dificultad en expresión inteligible del lenguaje oral' is written in green.

Figura 29 - Ficha de tercer usuario

6.4. Cuarta Prueba

Nuestra cuarta usuaria fue Áurea. Ella es la mayor de todo el grupo con el que hemos trabajado y no presenta ningún problema auditivo que haya sido detectado por la familia. No obstante, tiene problemas puntuales de comprensión del lenguaje.

La gran motivación inicial que nos mostró nos llevó a probar con ella tanto ejercicios de Asociación auditiva como los de Causa - Efecto.

A user card for Áurea, designed to look like a piece of lined paper with a spiral binding at the top. On the left side, there is a white rectangular area containing a black silhouette of a woman standing with her hands on her hips. To the right of this area, the following information is written in green text: 'Nombre: Áurea', 'Edad: 30', and 'Sexo: Mujer'. At the bottom of the card, the text 'Problema comunicativo: Propios del SD. Ninguno auditivo específico' is written in green.

Figura 30 - Ficha del cuarto usuario

6.5. Quinta Prueba

Por último, nuestra quinta usuaria fue Sonia. Ella presenta las mismas características que Áurea y, sin embargo, no es una persona muy comunicativa. De hecho, tiene un comportamiento muy similar al de Jaime aunque no presenta problemas de falta de atención.

Con ella decidimos probar el último tipo de terapias restante, el de Identificación y discriminación auditiva.



A user profile card for Sonia, designed to look like a spiral-bound notebook page. On the left, there is a white rectangular area containing a black silhouette of a woman standing with her hands on her hips. To the right of this area, the following information is written in green text: 'Nombre: Sonia', 'Edad: 26', and 'Sexo: Mujer'. At the bottom of the card, the text 'Problema comunicativo: Propios del SD. Ninguno auditivo específico' is written in green.

Nombre:	Sonia
Edad:	26
Sexo:	Mujer
Problema comunicativo:	Propios del SD. Ninguno auditivo específico

7. Resultados

7.1. Resultados de la primera prueba

Empezamos la prueba presentando los objetivos de ella: escuchar e identificar sonidos. Explicamos diciendo que iríamos oyendo sonidos y que él debía decir qué pensaba que eran.

Para crear un ambiente de tranquilidad y confort, empezamos con las terapias de identificación de onomatopeyas de animales que son las más fáciles. Luego, proseguimos con la identificación de sonidos ambientales y poco a poco fuimos aumentando la dificultad. Estas primeras pruebas de estimulación auditiva se realizaron correctamente sin ningún tipo de apoyo visual y sin usar la aplicación de la tablet.

Sin embargo, según se fue incrementando el nivel de las terapias, introducimos alguna imagen de apoyo a la audición ya que Wilson empezó a tener problemas para entender la idea y contexto de los sonidos. Llegados a este punto, comentamos al usuario que teníamos una aplicación móvil que hacía esto mismo, es decir, que emitía sonidos y que presentaba opciones con imágenes para que pudiera ayudarse a identificarlos.

La primera reacción de Wilson fue mostrarse un poco desconfiado ante la aplicación, pero tras un breve ejemplo de uso quedó satisfecho con ella. Del grupo de los hombres, Wilson fue el más motivado en realizar las terapias y los resultados que obtuvimos con él fueron muy positivos.

7.2. Resultados de la segunda prueba

Con nuestro segundo usuario, Jaime, seguimos el mismo procedimiento que con el primer usuario. La única diferencia es que en este caso tuvimos que repetir varias veces las preguntas y tuvimos que estimular mucho la participación ya que Jaime tendía a distraerse.

A pesar de ello y para nuestra sorpresa, una vez que le fuimos enseñando los sonidos y haciendo preguntas sobre ellos la atención de Jaime aumentó considerablemente. Además, el hecho de empezar con terapias fáciles e ir acertando hacía que aumentara su confianza y participación.

Tras la prueba previa, le mostramos la aplicación y su reacción fue parecida la de Wilson. De igual modo, tras un ejemplo, quedó convencido de que era lo mismo que estábamos haciendo hasta ese momento.

Como comentamos anteriormente, a Jaime se le propuso hacer los ejercicios de Causa-

Efecto para estimular su atención. En el desarrollo de los ejercicios pudimos observar que en algunos ejercicios no lograba tener una respuesta clara. Intuimos que era porque no acababa de identificar la relación con el sonido de “causa” pero no nos solicitaba repetirlo. Tuvimos que estar pendientes de estos detalles para preguntarle cuándo necesitaba una o varias repeticiones. La interacción del usuario se limitaba a ir marcando cada respuesta para escuchar sus sonidos relacionados.

Los resultados de la prueba de este usuario fueron:

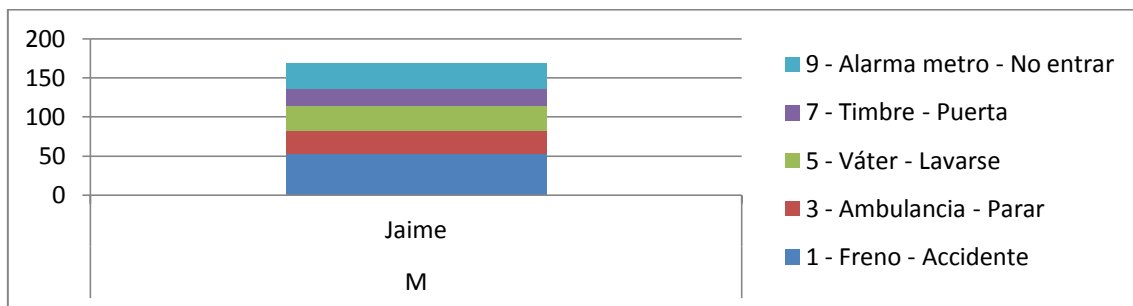


Tabla 22 - Duración (s) de ejercicios. Segundo usuario

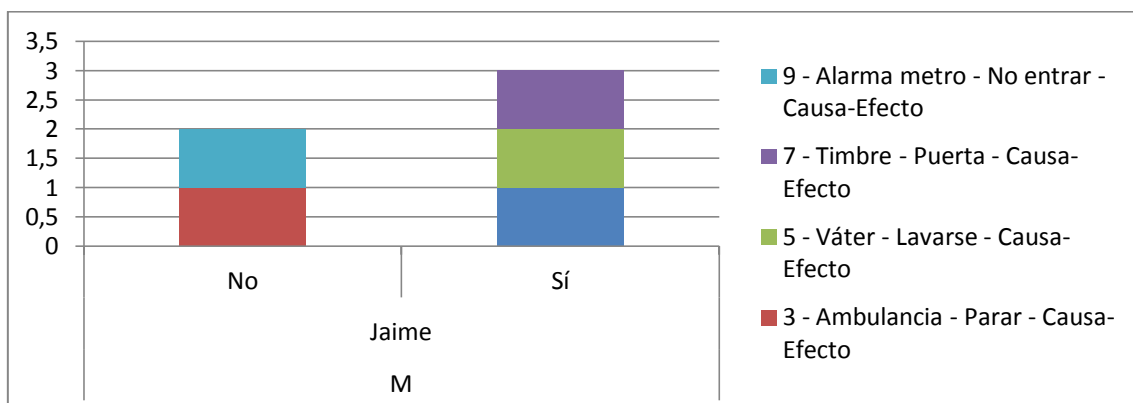


Tabla 23 - Resultado correcto de ejercicios. Segundo usuario

Cuando se le preguntó a Jaime sobre los ejercicios que había realizado nos indicó que el sonido se escuchaba bien pero que los ejercicios eran complicados (que los de causa-efecto lo son). A pesar de ello, su resultado fue muy positivo y se le hizo saber esto para que fuera consciente de su mérito. Como vemos en el gráfico a Jaime le costó más tiempo resolver el primer ejercicio y los ejercicios en los que falló los reflexionó poco tiempo.

7.3. Resultados de la tercera prueba

Con Juan se aplicó la prueba previa como en los casos anteriores. Sin embargo, este usuario tuvo problemas para identificar incluso el ejercicio más fácil que era el de onomatopeyas de animales. Es muy curioso que la persona que más problemas tenga

en emitir correctamente los sonidos sea a la que más le cuesta reconocerlos.

No obstante, el reconocimiento de sonidos de Juan aumento considerablemente al usar la aplicación y tener apoyo visual como ayuda. Aunque parezca que los resultados son iguales a los usuarios previos, se debe decir que este usuario tuvo una mejora muy buena. La interacción con la herramienta fue la misma que la de Jaime.

Los resultados de Juan son:

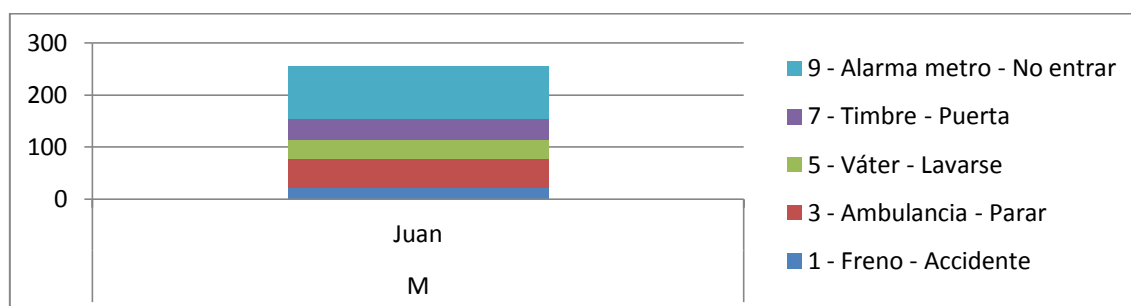


Tabla 24 - Duración (s) de ejercicios. Tercer usuario

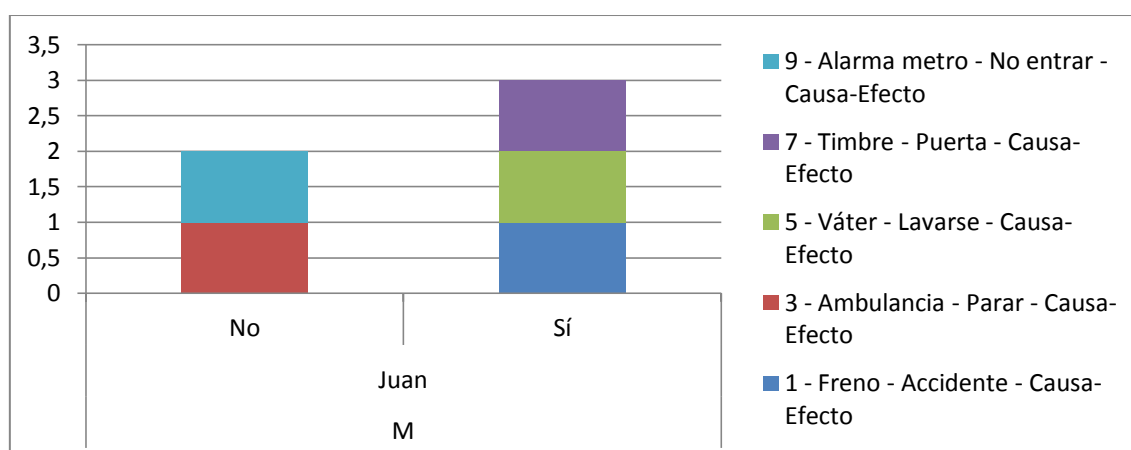


Tabla 25 - Resultado correcto de ejercicios. Tercer usuario

7.4. Resultados de la cuarta prueba

El nivel comunicativo de Áurea era muy bueno. Con ella se decidió hacer directamente pruebas de Asociación auditiva y Causa - Efecto.

Su motivación con los ejercicios era máxima y participó desde el principio en la interacción con la herramienta: rellenó ella sólo sus datos de login, empezó a marcar opciones y a darle al botón verde de comprobar respuesta.

Sin embargo, su deseo de hacer muchos ejercicios provocó que no se concentrara suficientemente en los que más atención requerían y fallaba sin lograr entender por qué era así hasta que se lo explicábamos. Sus resultados fueron:

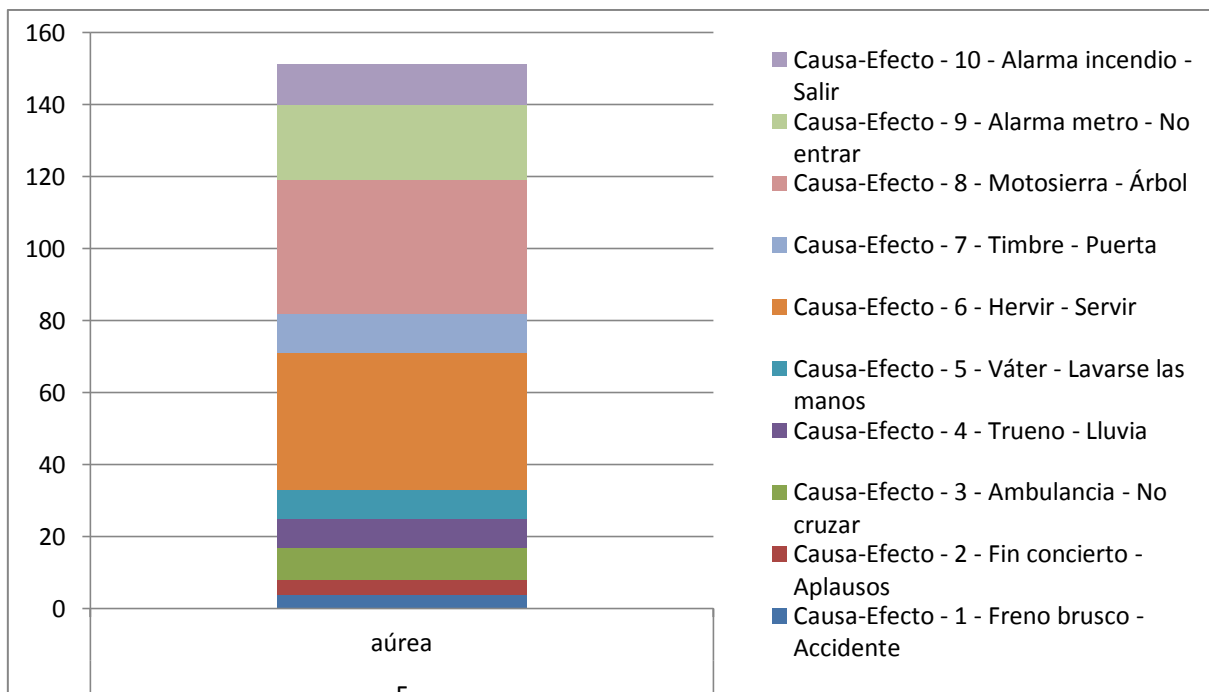


Tabla 26 - Duración (s) de ejercicios. Cuarta usuaria

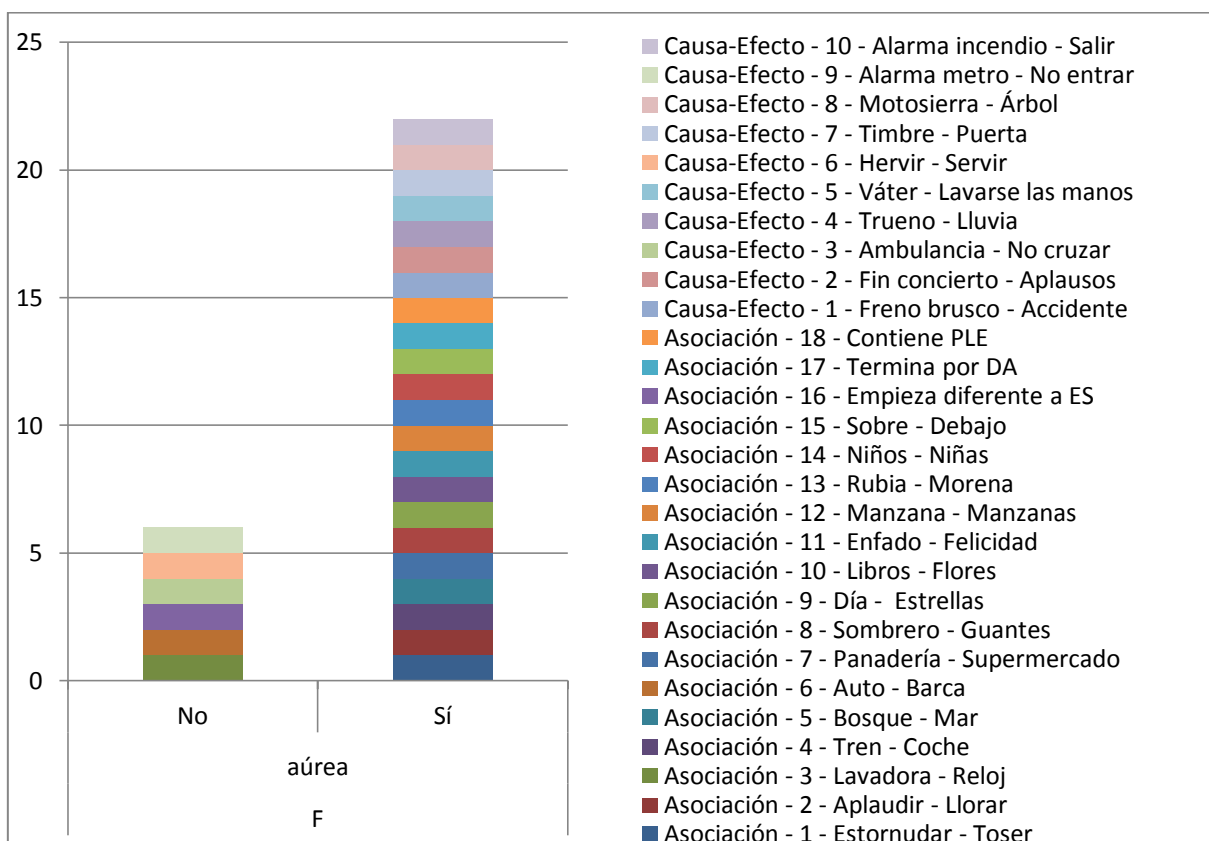


Tabla 27 - Resultado de correcto de ejercicios. Cuarta usuaria

7.5. Resultados de la quinta prueba

Creemos que la última prueba es la única que no se ha realizado con especial motivación. Si bien es cierto que los ejercicios de Identificación y discriminación auditiva son los más pesados de hacer, Sonia mostró poco interés por ellos.

Sin embargo, al igual que en el caso de Áurea, Sonia interactuó bastante bien con la herramienta. De hecho, realizó uno de los comentarios más importantes de los resultados de las pruebas: La relación del botón azul con el sonido y la del verde con avanzar le gustaba mucho.

Los resultados de Sonia fueron:

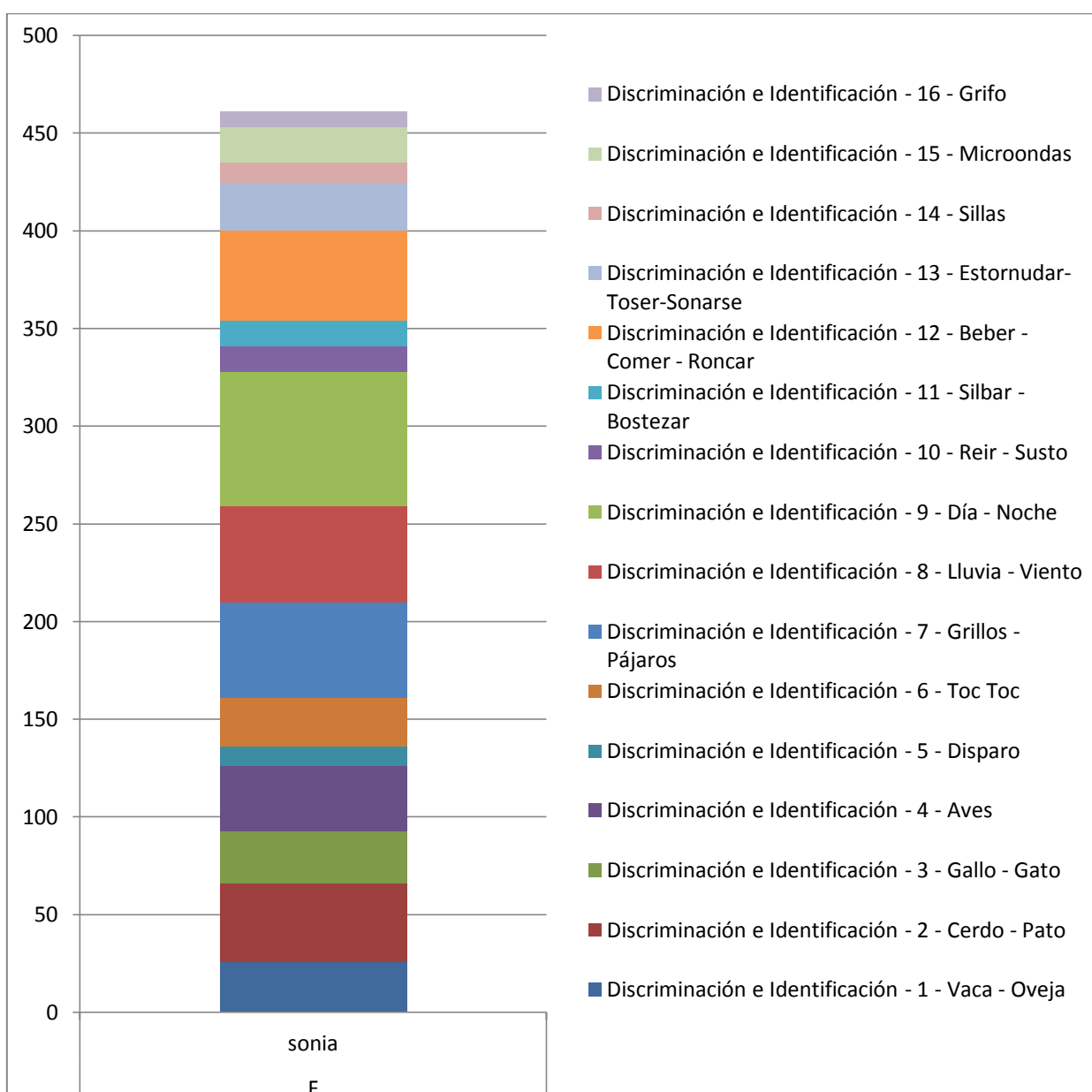


Tabla 28- Duración (s) de ejercicios. Quinta usuaria

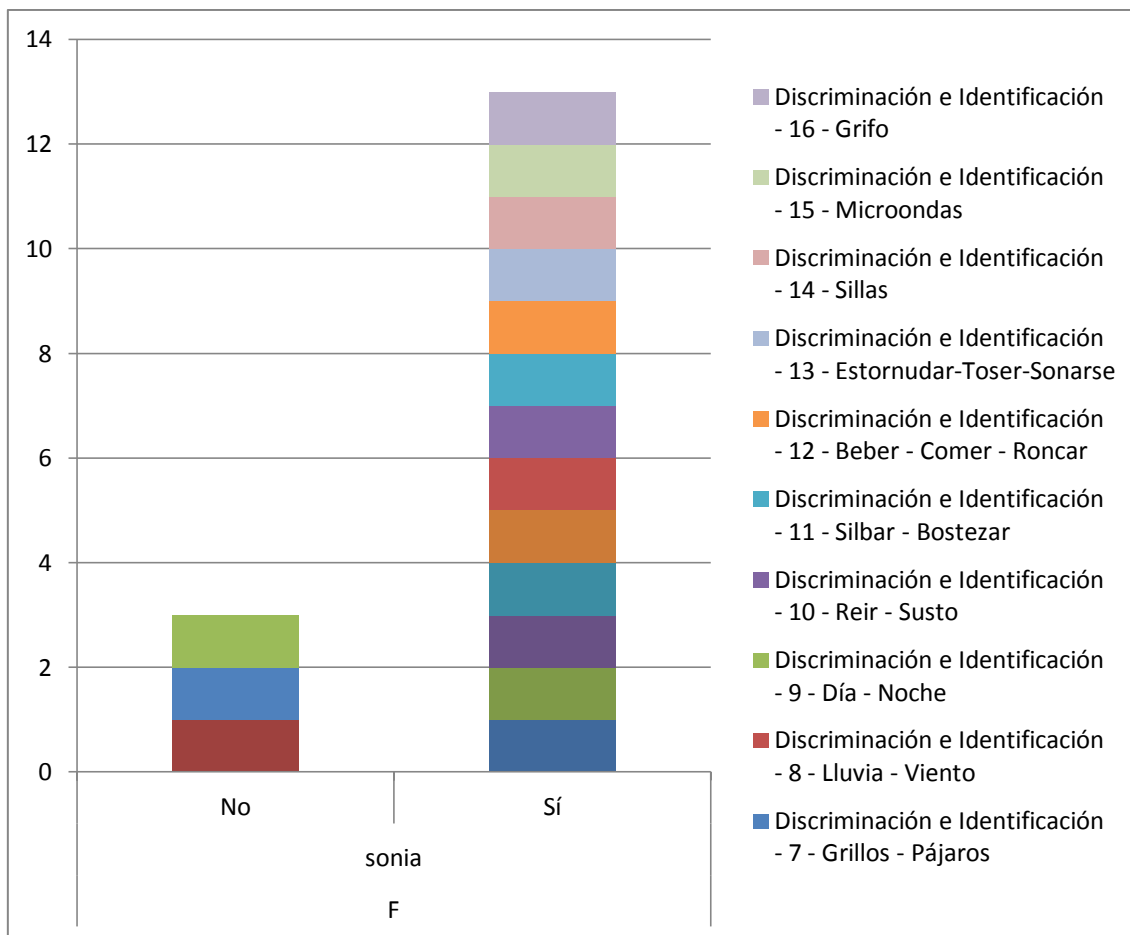


Tabla 29 - Resultado correcto de ejercicios. Quinta usuaria

8. Conclusiones y trabajo futuro

Tras las pruebas y resultados de la aplicación podemos concluir que la herramienta puede cumplir perfectamente los objetivos por los cuales fue desarrollada.

No obstante, pensamos que aún le quedan cosas por mejorar y funcionalidades nuevas que tener. Como mencionamos en el diseño de la aplicación, esta fue construida sobre una base que permitiera cambios como la creación de nuevas terapias. Esto es porque pensábamos tener una pantalla en la que el usuario administrador (padre, tutor o logopeda) pudiera crear sus propios ejercicios. Para ello sólo tendría que cargar un sonido o grabarlo en ese momento e indicar el número y tipo de opciones. En caso de ser imágenes, podría cargarlas desde la galería o tomarlas desde la cámara. Esta pantalla hubiera dado gran libertad en la creación de nuevos e interesantes ejercicios pero su realización quedó fuera del margen de este TFG.

Otra funcionalidad que nos hubiera gustado realizar es la presentar el listado de ejercicios para que el usuario administrador pudiera seleccionar los que el usuario final fuera a realizar. De este modo, daríamos una opción de personalización avanzada.

A pesar de estas limitaciones, estamos muy contentos con el resultado de la herramienta. Ésta ha tenido una aceptación muy positiva y ha cumplido con todos los requisitos solicitados por las logopedas. Además, aunque la herramienta ha sido diseñada para aplicarse especialmente a personas con Down, las terapias auditivas que utiliza pueden usarse en distintos usuarios con o sin problemas comunicativos.

Un aspecto importante de la aplicación que queremos destacar es que tiene una buena arquitectura desarrollada, separando la vista de la lógica. Esto nos permite poder adaptarla a cualquier tipo de público modificando únicamente el contenido de las terapias y cambiando los estilos de los ficheros de interfaz XML.

Como trabajo futuro, después de las investigaciones que hemos realizado para este proyecto y tras poder trabajar por primera vez con personas con problemas de comunicación, tenemos el deseo de seguir trabajando en esta línea. Esto será ampliando y mejorando la herramienta actual o creando alguna nueva con todas las ideas que han surgido durante la realización de este proyecto.

9. Referencias

- [1] **Jean A. Rondal (2006)**. Dificultades del lenguaje en el síndrome de Down: Perspectiva a lo largo de la vida y principios de intervención. Revista Síndrome de Down
- [2] **Arnáiz Sanchez, P. (1996)**. Las escuelas son para todos. Siglo Cero, 27 (2), 25-34
- [3] **Dave Sindrey (2005)**. The Learning to Listen Sounds Room. C186. Cert.AVT
- [4] **The Listen Foundation** <http://www.listenfoundation.org/>
- [5] **Fundación Síndrome de Down de Madrid** <http://www.downmadrid.org/>
- [6] **Informe Horizon (2012)**. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Ministerio de Educación, cultura y deporte
- [7] **Lisa Guernsey (2012)**. Screen Time. How Electronic Media - From Baby Videos to Educational Software - Affects Your Young Child
- [8] **Sue Buckley, Gillian Bird, Ben Sacks and Tamsin Archer (2006)**. A comparison of mainstream and special education for teenagers with Down syndrome: Implications for parents and teachers
- [9] **Torres, S. (2001)**. Sistemas alternativos de comunicación. Manual de comunicación aumentativa y alternativa: sistemas y estrategias
- [10] **Mariana Maggio De Maggi, Lic. en Fonoaudiología, Terapeuta A.V. (2013)**. Terapia Auditivo Verbal. Enseñar a escuchar para aprender a hablar.
- [11] **Ramo, Arturo (2005)**. ¿Qué es y para qué sirve el Método Tomatis?, Revista de Aplicaciones
- [12] **Guy Bérard y Sally Brockett (2011)**. Audición igual a comportamiento. Revisado y ampliado.
- [13] **Dalton, A. J., Seltzer, G. B., Adlin, M. S., & Wisniewski, H. M. (1993)**. Association between Alzheimer disease and Down syndrome: Clinical observations. In J. M. Berg, H. Karlinsky, & A. J. Holland (Eds.), Alzheimer disease, Down syndrome, and their relationship (pp. 53–69). Oxford, England: Oxford University Press.
- [14] **Estabrooks, W. (1998)**. Cochlear Implants for Kids, © 1998 Warren Estabrooks and The Alexander Graham Bell Association of the Deaf. Inc. Reprinted by Permission
- [15] **ARASAAC**. Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa.